

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-52370

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.⁸
G 0 2 F 1/1335
F 2 1 V 8/00
G 0 2 B 6/00

識別記号
5 3 0
6 0 1
3 3 1

F I
G 0 2 F 1/1335
F 2 1 V 8/00
G 0 2 B 6/00

5 3 0
6 0 1 A
3 3 1

審査請求 未請求 請求項の数31 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平9-205767

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月31日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 谷口 斉

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 日良 康夫

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 森 祐二

千葉県茂原市早野3300番地株式会社日立製
作所電子デバイス事業部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

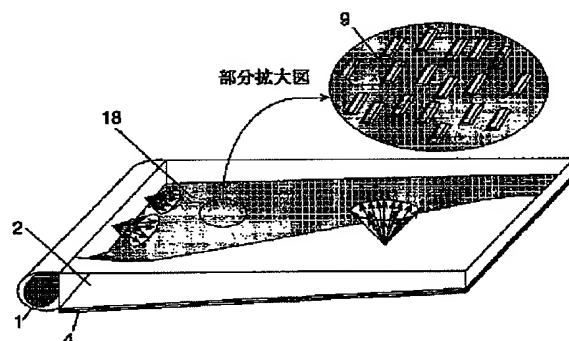
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 輝度が大きく、構成部品が少ない液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 導光板入射面からの光を透過面方向に所定の角度に変化させるための複数の小凸部または小凹部からなるドットを形成し、その断面傾斜角を適切に制御することにより、光出射面から適切な角度分布をもった照明光を表示素子に向かって照射するようにし、液晶表示装置の輝度の向上を図る。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】導光板と該導光板の側面に配置された光源とを具備し液晶セルを背面側から照明するようになした液晶表示装置において、上記導光板として、光源からの光の入射面、入射された光を液晶セルに対して出射させる光出射面を有し、入射面からの光を光出射面方向にその進行方向を変化させるための複数の小凸部あるいは小凹部からなるドットを有する導光板を用いることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】導光板と該導光板の側面に配置された光源とを具備し液晶セルを背面側から照明するようになした液晶表示装置において、上記導光板として、光源からの光の入射面、入射された光を液晶セルに対して出射させる光出射面を有し、光出射面とあい対する面に入射面からの光を光出射面方向にその進行方向を変化させるための複数の小凸部または小凹部からなるドットを有する導光板を用いることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】導光板と該導光板の側面に配置された光源とを具備し液晶セルを背面側から照明するようになした液晶表示装置において、上記導光板として、光源からの光の入射面、入射された光を液晶セルに対して出射させる光出射面を有し、光出射面に入射面からの光を光出射面方向にその進行方向を変化させるための複数の小凸部または小凹部からなるドットを有する導光板を用いることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの面積が、 $0.2 \sim 0.000025$ 平方ミリメートルの範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの面積が、 $0.01 \sim 0.0001$ 平方ミリメートルの範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの形状が略矩形であり、その短い辺の長さが、 $200 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 7】請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの形状が略矩形であり、その短い辺の長さが、 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの形状が略矩形であり、その短い辺と長い辺の比が、 80 以下であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの形状が略矩形であり、その短い辺と長い辺の比が、 20 以下であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の液晶

表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの高さあるいは深さが、 $2 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの高さあるいは深さが、 $5 \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 12】請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの形状が略矩形であり、矩形の長い辺が、光源の発光面に対してほぼ平行に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 13】請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの断面傾斜角度が、 $7 \sim 85^\circ$ の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 14】請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記小凸部または小凹部からなる各ドットの断面傾斜角度が、 $7 \sim 43^\circ$ の範囲にあることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 15】請求項 1 乃至 14 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の小凸部または小凹部の単位面積当たりの数が、光源側からその相対する側に向かって増加していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 16】請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の小凸部または小凹部からなるドット形成面に反射膜を形成したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 17】請求項 1 乃至 16 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の小凸部または小凹部がランダムに配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 18】請求項 1 乃至 17 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の小凸部または小凹部からなるドットの断面傾斜角度が、光源に近い所から光源に遠い所に向かって変化しており、その角度が光源に近い方が概ね小であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 19】請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の小凸部または小凹部からなるドットの断面傾斜角度が、光源に近い所から光源に遠い所に向かって変化しており、その角度が光源に近い方が概ね小であり、導光板のドット形成面を $1 \sim 4$ 平方センチメートルの正方形で区切ったときに、光源に最も近い正方形内の断面傾斜角度の平均と光源に最も遠い正方形内の断面傾斜角度の平均が、 $0.5 \sim 15^\circ$ 異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 20】請求項 1 乃至 17 のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板のドット形成面を $1 \sim 4$ 平方センチメートルの正方形で区切ったときに、該正方形内に存在する小凸部または小凹部からなるドットの

断面傾斜角度を、ドット及びまたは1つのドット内においてドットの部分ごとに断面傾斜角度を変化させたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項21】請求項1乃至17のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板のドット形成面を1〜4平方センチメートルの正方形で区切ったときに、該正方形内に存在する小凸部または小凹部からなるドットの断面傾斜角度を、該正方形内の平均±2〜15°の範囲内でドット及びまたは1つのドット内においてドットの一部ごとに断面傾斜角度を変化させたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項22】請求項1乃至21のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の小凸部または小凹部からなるドットの幅すなわちドットの光源に対して垂直方向の長さが、光源に近い所から光源に遠い所に向かって変化しており、その幅が光源に近い方が概ね大であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項23】請求項1乃至22のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の小凸部または小凹部からなるドットのドット間平均距離すなわち単位距離÷ドット密度の平方根が、光源に近い所から光源に遠い所に向かって変化しており、その距離が光源に近い方が概ね大であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項24】請求項1乃至23のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の複数の小凸部または小凹部からなるドットのドット形成面のドット以外の部分の算術平均面粗さRaを0.3μm以下にしたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項25】請求項1乃至23のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の複数の小凸部または小凹部からなるドットのドット形成面のドット以外の部分の算術平均面粗さRaを0.05μm以下にしたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項26】請求項1乃至25のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板と $90 < \theta_n < 60^\circ$ 、 $2.5 < \theta_r < 5.5^\circ$ であるプリズムシートを組み合わせて用いるを特徴とする液晶表示装置。

【請求項27】請求項1乃至26のいずれかに記載の液晶表示装置において、上記導光板の厚さが光源からの距離によって異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項28】(1)スタンプ原盤にホトレジスト膜を形成する工程と、(2)小凸部または小凹部のドットの平面形状のパターンまたは反転パターンを有したホトマスクを基板上に配置し、マスク上方から紫外線を照射したあと現像してスタンプ原盤に小凸部または小凹部形成用パターンを形成する工程と、(3)上記パターンをマスクにして、スタンプ原盤をエッチングしてプラスチック成形用金属スタンプを形成する工程と、(4)上記スタンプを用いて、プラスチック成形する工程を有することを特徴とする液晶表示装置用導光板の製造方法。

【請求項29】(1)基板にホトレジスト膜を形成する工程と、(2)小凸部または小凹部のドットの平面形状のパターンまたは反転パターンを有したホトマスクを上記基板上に配置し、マスク上方から紫外線を照射したあと現像してスタンプ原盤に小凸部または小凹部形成用パターンを形成する工程と、(3)上記パターンをドライエッチングしてパターンを整形する工程と、(4)金属メッキを施し、プラスチック成形用スタンプを形成する工程と、(5)上記スタンプを用いて、プラスチック成形する工程を有することを特徴とする液晶表示装置用導光板の製造方法。

【請求項30】(1)基板にホトレジスト膜を形成する工程と、(2)小凸部または小凹部のドットの平面形状のパターンまたは反転パターンを有したホトマスクを上記基板上に配置し、マスク上方から紫外線を照射したあと現像して基板に小凸部または小凹部からなるドットのパターンを形成する工程と、(3)上記パターン上に金属メッキを施し、プラスチック成形用金属スタンプを形成する工程と、(4)上記スタンプを用いて、プラスチック成形する工程を有することを特徴とする液晶表示装置用導光板の製造方法。

【請求項31】(1)基板にホトレジスト膜を形成する工程と、(2)小凸部または小凹部のドットの平面形状のパターンまたは反転パターンを有したホトマスクを上記基板上に配置し、マスク上方から紫外線を照射したあと現像して基板に小凸部または小凹部からなるドットのパターンを形成する工程と、(3)上記パターンを155〜200℃に加熱しレジストの断面傾斜角度を基板面に対して7〜85°の所定の角度にする工程と、(4)上記パターン上に金属メッキを施し、プラスチック成形用金属スタンプを形成する工程と、(5)上記スタンプを用いて、プラスチック成形する工程を有することを特徴とする液晶表示装置用導光板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、背面照明（バックライト）方式の液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年パーソナルコンピュータの小型化が推進され、ラップトップ形といわれる携帯可能な機種が広く普及している。このラップトップ形においては、その表示は通常液晶装置が用いられているが、近年のカラー表示化に伴い、液晶表示板の背後に光源を配設し、表示面全体を裏側から照明するようにした背面照明方式の表示装置が普及している。このような表示装置の背面照明装置としての光源は輝度が高く、しかも輝度のムラがなく平面全体を照明する必要がある。輝度を向上させるためには、光源の輝度を上げれば簡単であるが、ラップトップ形のパーソナルコンピュータ等においては電池などを駆動源としているために光源の輝度を上げるのは限

界があり、従来有効な方法がなかった。

【0003】従来の液晶表示装置用エッジライト方式の照明装置としては、特開平4-162002号公報、特開平6-67004号公報に記載の如く、図2に示したように、光源1として冷陰極管や熱陰極管等のランプを使用し、これを透過性材料からなる導光板2の端面に配し、導光板2の下面に光を散乱させる光散乱層3及び光を反射させる反射板4、導光板2の上面に照明面の輝度を面全体に渡って均一化するための光散乱効果を有する乳白色の合成樹脂からなる拡散板5が設けられている。更にその上面には、拡散光をある程度収束して、表示装置の正面の輝度を向上させるための第1集光板6および第2集光板7が配置されている。

【0004】また、導光板2に導かれた光を拡散板方向に散乱させるための光散乱層の構造および製造法は以下のようにになっている。図3に光散乱層の構造を示す。光散乱層は、導光板2の表面に酸化チタン等を用いた複数の光散乱物質8が、印刷等の技法を用いて形成されている。光源からの光強度は、光源1から遠ざかるに従い低下する。従って光散乱物質の面積は、光源から遠ざかるに従い大きくなるように形成されている。

【0005】一方、特開平7-294745号公報のように、導光板底面にグレーティング溝を形成して導光板に入射した光を反射せる方式の導光板も提案されている。

【0006】以上述べたように、従来の照明装置では、光源から出射された光は、導光板に導かれ、光散乱層に含まれる光散乱物質により散乱され、その後拡散板を通過して液晶素子に照射される構成になっており、その構成が複雑であり、また光散乱などの損失による輝度低下の問題がある。また、グレーティング溝を形成する方式は、金型製造が困難であるなどの問題がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の装置では、構成部品が多く、導光板上面に拡散板や集光板を配置しているため、輝度の斑は減少できるが、反面全体の輝度が低下する欠点があった。このような構成の場合、輝度の均一化と輝度の向上は常に相反する課題であり、これを解決することは困難である。一方、グレーティング溝を形成する方式の導光板の場合には、輝度の向上は図れるものの、金型の製作や輝度の均一化がきわめて困難である。

【0008】本発明はこのような現状を打開するためになされたもので、従来の欠点を改善して、光源の輝度を上げることなく輝度の向上を図ることのできる液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明では、導光板内導波光の進行方向を所定方向に変換させるために、断面傾斜角を適切に制御した複数

の小凸部あるいは小凹部（以下ドットと称す）を形成した導光板を用いる。また、必要に応じてドットに沿って反射膜を形成するか、あるいは反射板を配置する。さらに、必要に応じて適切なプリズム頂角を有したプリズムシートを配置して、光出射面から適切な角度分布をもった照明光を表示素子に向かって照射できるようにする。さらに、モアレの発生を防ぐため、ドットの配置が、一定の制約条件を満たし、かつランダムに配置形成した部材を用いる。また、必要に応じてドットの数及びまたは形状及びまたは大きさを変化させることにより、出射光の角度分布の均一化及び輝度斑の発生を防止するものである。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明では、導光板内導波光の進行方向を所定方向に変換させるため、導光板表面に複数の小凸部あるいは小凹部からなるドット9を形成する。ドットとは、図4（導光板下面に小凹部を形成した場合）に示すように、導光板表面のドット形成面10を正面から見て、導光板ドット形成面の平坦部11（ $Ra < 1.0 \mu m$ 、導光板光出射面12に対する角度 10° 以下）に囲まれた小凸部あるいは小凹部である。

【0011】図5は本発明の実施形態をまとめたものであり、小凸部または小凹部傾斜面の導光板表面の平坦部に対する角度（以下断面傾斜角度と表記する）、断面傾斜角度分布、高さあるいは高さ、及びその分布、平面形状、形状分布、大きさ、ドットの配置、ドットの密度分布、ドット形状分布、本発明の導光板の副資材を示した。

【0012】本発明の液晶表示装置の導光板の断面傾斜角度は、 $7 \sim 85^\circ$ （好ましくは $7 \sim 43^\circ$ 及び $50 \sim 85^\circ$ ）が適する。特に反射膜を形成した場合には $20 \sim 40^\circ$ 、集光板を用いて反射膜を形成しない場合ないは $7 \sim 43^\circ$ 、集光板を用いず反射膜を形成しない場合ないは $50 \sim 85^\circ$ が適する。

【0013】ここで、図6～図16を用いて断面傾斜角度を説明する。図6は、断面傾斜角度を求める時の導光板の切断面13を説明した図である。断面傾斜角度を求めるときは、図6に示すように、ドットを光源1に対して垂直かつ導光板光出射面12に対して垂直に切断するのが望ましい。これは、光源に対して水平方向のドット斜面が反射屈折等により光の進路変更を行うときより有効に作用するためである。

【0014】断面傾斜角度を求める時は、以下の方法で計算する。ドットの断面形状が図7に示すようにほぼ台形に近似可能な場合は、図7に示すように断面傾斜角度を定める。台形に近似しにくい場合は、断面形状をまず直線近似する。その結果、図8、図9のようにほぼ近似できるときは、 θ_2 を断面傾斜角度とする。また、図10、図11の様にほぼ近似できるときは、 θ_1 と θ_2 の平均値を断面傾斜角度とする。また、図12、図13の

10

20

30

40

50

ようにほぼ近似できるときは、 $\theta 1$ と $\theta 2$ の平均値を断面傾斜角度とする。ただし、 $\theta 2 < 10^\circ$ の場合は、 $\theta 1 - \theta 2$ を断面傾斜角度とする。また、図14、図15のようにほぼ近似できるときは、 $\theta 1$ と $\theta 2$ の平均値を断面傾斜角度とする。ただし、 $\theta 2 < 10^\circ$ の場合は、 $\theta 1 - \theta 2$ を断面傾斜角度とする。なお、図8～図15において、断面傾斜角度を以下の式(数1)で求めても良い。また近似誤差(真値と近似値の差)は、断面傾斜*

$$\text{断面傾斜角} = \frac{\theta 1 \times L1 \times \sin(\theta 1 + \theta) + \theta 2 \times L2 \times \sin(\theta 2 + \theta)}{L1 \times \sin(\theta 1 + \theta) + L2 \times \sin(\theta 2 + \theta)} \quad (\text{数1})$$

$L1$ - 直線1の長さ

$L2$ - 直線2の長さ

θ - 導光板の屈折率により決定する値

導光板の屈折率=1.47±0.1の場合18°程度が適当

【0016】さらに、図8～図15のように近似できない場合は、図16に示すように近似誤差(真値と近似値の差)が断面傾斜角度を計算するドットのドット深さ(ドット高さ)の5%以下となるようになるべく少ない直線で断面形状を近似し、各直線のうち有効な反射屈折面として機能する導光板表面の平坦部11とのなす角が※

$$\text{断面傾斜角} = \frac{\sum_{n=1}^N \theta n \times L_n \times \sin(\theta n + \theta)}{\sum_{n=1}^N L_n \times \sin(\theta n + \theta)} \quad (\text{数2})$$

L_n - 直線nの長さ

θ - 導光板の屈折率により決定する値

導光板の屈折率=1.47±0.1の場合18°程度が適当

【0018】以上のように計算した断面傾斜角度を上記範囲に規定するのは、導光板光出射面からの光の出射角度分布を適正化すると同時に、必要以上に斜めから出射する光の量を抑制して、正面輝度を向上するためである。また、ドット断面傾斜角度は、輝度の角度分布の均一化を図るために冷陰極管に近いほど小さくすることが望ましい。

【0019】ドットの深さまたは高さは、2～100 μ m(好ましくは5～40 μ m)が適正である。その理由は、ドットの深さまたは高さが100 μ mより大きい場合、光源に近い部分の輝度が高くなり過ぎて、結果として、輝度分布が不均一になること、また導光板を形成する際、プラスチック材料をドットの小凸部または小凹部に充填しにくくなり、所望のドット形状を形成しにくくなること、さらにドット深さまたは高さをこれ以上とすると、ドットの大きさが大きくなりドット見えの原因となるためである。一方ドットの深さまたは高さが2 μ mより小であると、光の反射効率が低下して所望の輝度を得ることができなくなることや、導波光が散乱及び回折しやすくなり、導光板を単に粗面にしたのと同じになってしまうためである。また、ドットの深さまたは高さ

*角度を計算するドットのドット深さ(ドット高さ)の5%以下となるように近似することが望ましい。さらに、 θ の値は、導光板の屈折率により決定する値であり屈折率が1.47±0.1の場合、18°程度が適当である。

【0015】

【数1】

※5°以上の直線について、以下の公式(数2)に当てはめて断面傾斜角度を求める。なお、ドット形状が左右対称でない場合は、導光板内導波光がより多く反射する方の斜面の角度を断面傾斜角度とすることが望ましい。

【0017】

【数2】

30 は、輝度分布の均一化を図るために冷陰極管に近いほど小さくすることが望ましい。

【0020】ドットの平面形状すなわち、ドット形成面の正面からドットを眺めた場合の形状に関しては、種々の形状が有効であり、とくに限定するものではない。目安としては、図17に示す、略矩形(A)、正方形(B)、円形(C)、略円形(D)(円を一部変形させた物)、正多角形(E)、台形(F)及びこれらの図形を組み合わせたもの(G)が使用できる。略矩形は、散乱が少なく正面輝度を高めるのに適しており、それ以外は、散乱成分が大きいので光入光面からの陰の発生防止に効果がある。なお、略矩形というのは、矩形を含み、矩形の角に丸みのある図形、矩形に対して一辺の長さが変形した台形に近い形を意味する。

【0021】ドットの平面形状分布は、輝度分布の均一化を図るために冷陰極管に近いほどドット面積を小さくすることが望ましい。また、散乱が特に必要な場合、ドット面積を部分的に小さくすることや、ドット形状が略矩形の場合は、形状を略正方形や円形にすることが望ましい。

50 【0022】ドットの大きさは、その面積が0.2平方

ミリメートル以下（好ましくは0.05平方ミリメートル以下）であることが望ましい。また、ドットの平面形状が略矩形の場合、短い辺の長さが200 μ m以下（好ましくは100 μ m以下）であることが望ましい。その理由は、ドットの大きさがこれより大となると、パソコン等のユーザーが液晶表示装置を眺めた場合、文字や図柄によっては、導光板に形成したドットの形状が見えてしまい（ドット見え）、文字、図の判別の妨げとなるためである。一方ドットの面積は、0.000025平方ミリメートル（好ましくは0.0001平方ミリメートル）よりも大であることが望ましい。ドット面積がこれより小であると、光の反射効率が低下して所望の輝度を得ることができなくなることや、導波光が散乱及び回折しやすくなり、導光板を単に粗面にしたのと同じになってしまうためである。

【0023】ドットの平面的配置は、ランダムであることが望ましい。その理由は、本発明のドットが微細であるため、液晶表示装置を構成するその他の部材例えば液晶セル、カラーフィルタ、TFTパターン、ブラックストライプ等の規則的パターンと干渉して発生するモアレを防止するためである。ドットの平面形状が略矩形の場合、図形の配置は矩形の長い辺が光源の発光面に対してほぼ平行に配置するのが良い。その理由は出射角分布の適正化が図りやすいためである。

【0024】ドットの密度は、輝度分布の均一化を図るために、光源に近いほどドット密度を小にすることが望ましい。

【0025】さらに本発明の液晶表示装置において、反射板、拡散板、集光板等、従来使用されてきた副資材を必要に応じて併用することは、輝度向上、輝度分布の適正化、出射角度の適正化に有効である。

【0026】以下本発明の実施例1を図面にに基づき説明する。図1は、本発明の液晶表示装置に用いられる背面照明装置の斜視図、図18は本実施例のドット（小凹部）を示す斜視図、図19は、本実施例のドット（小凹部）の形状説明図である。

【0027】この背面照明装置は、光源1、導光板2、反射板4を最小構成要素としており、導光板には、導光板下面18にドット9（小凹部）が形成されている。また、ドットは、基本的にはランダムに配置されている。

【0028】図20は、本発明の導光板内を進行する導光板導波光14の光線軌跡を示したものである。図20において、光源からの出射光は導光板光源側端面15で導光板入射光16として導光板に入射し、導光板導波光となり、他方の端面17に向かって、導光板下面18および導光板光出射面12で全反射を繰り返しながら進行する。導波光のうち小凹部傾斜面19に入射した光20は、反射して光出射面にあたり、そこで屈折して光出射面から出射して出射光21として出射する。そして、反射しなかった光は、ドット斜面透過光22となり反射板

で反射23し、再び導光板2に入射し、その一部は光出射面から出射し、残りは再び導光板導波光となる。従って、ドットを適正に配置することにより、導波光を徐々に導光板から出射させて液晶表示素子を照明することができる。また、断面傾斜角度24を適正に制御することによりと導光板からの出射光の角度分布を制御することができる。さらに、断面傾斜角度の適正角度は、導光板の形状の影響を受ける。

【0029】図21は、実施例1で作製した3タイプの導光板の形状を示した図である。図22は、図21

(A)の導光板の小凹部ドット傾斜角と導光板からの出射光の角度分布の関係を示した図である。なお、図22のグラフ中の出射角は、図21中に図示した出射角25である。図23は、図21(A)の導光板上に拡散板、第1集光板、第2集光板を設置した場合の、断面傾斜角度と正面輝度の関係を示した図である。測定では、小凹部の深さを断面傾斜角度10°以下で3 μ m、20°以上で8 μ mとした。また、ドット密度を、導光板全体が均一に光るように最適化し測定した。さらに、図20に示すように導光板の導光板下面、導光板側面には反射板4を設置することもできる。

【0030】以下に、図22を詳細に説明する。断面傾斜角度5~30°は、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度が大きくなり、そのときの出射光強度も大きくなる。断面傾斜角度を30~50°とすると断面傾斜角度の増加に伴い出射角度がさらに大きくなるが、出射光強度は低下する。そして、断面傾斜角度50°以上では、出射光の角度分布に明確なピークは無くなる。

【0031】これは、断面傾斜角度が30°以下の場合、導光板導波光が小凹部斜面19で反射するとき、入射角が大きく全反射に近い条件で反射し反射率が高いため、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度が大きくなり光出射面からの出射光強度も大きくなる。これに対して、断面傾斜角度が30°以上の場合、導光板導波光が小凹部斜面で反射するとき、断面傾斜角度の増加に伴い入射角が小さくなり、小凹部斜面における反射率が低下する。このため、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度は大きくなるが、そのときの出射光強度は低下する。そして、断面傾斜角度50°以上では、反射率が大きく低下しドット斜面透過光22がメインになり、反射板で反射する光23が大きくなるため角度分布に明確なピークは無くなる。また正面輝度は、断面傾斜角度が25°でピークとなる。これは、断面傾斜角度が25°前後の場合、小凹部斜面での反射が臨界角度前後であり高い反射率を有し、導光板光出射面12での入射角が比較的小さく高い透過率を有することから、スムーズに光が出射するためである。これに対して、25°前後よりも断面傾斜角度が大きいとドット斜面透過光が大きくなり反射板による反射

時の損失等が増加する。また、これ以下とすると導光板光出射面12で屈折し出射するときの反射率が増加するため、導光板内部での反射回数が増加し損失が増加することや、ドット密度を最大まで上げて十分な小凹部斜面を確保できないためである。

【0032】上記の実施例(図21(A))の場合、最適な断面傾斜角度は、15~40°と50°~85°である。詳細に説明すると、集光板や拡散板を用いる場合、導光板からの出射光の角度分布は重要性を持たないため、最適な断面傾斜角度は、正面輝度が最大となる15~40°(好ましくは、18~35°)である。また、集光板を用いない場合、最適な断面傾斜角度は、出射光の角度分布が小さくなる50°以上である。また、85°以上とすると成形が困難となるので好ましくない。

【0033】図24は、図21(B)の導光板の小凹部ドット傾斜角と導光板からの出射光の角度分布の関係を示した図である。図25は、図21(B)の導光板上に拡散板、第1集光板、第2集光板を設置した場合の、断面傾斜角度と正面輝度の関係を示した図である。測定では、小凹部の深さを断面傾斜角度10°以下で3μm、20°以上で8μmとした。また、ドット密度を、導光板全体が均一に光るように最適化し測定した。さらに、図20に示すように導光板の導光板下面、導光板側面には反射板4を設置した。

【0034】以下に、図24を詳細に説明する。断面傾斜角度5~25°は、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度が大きくなり、そのときの出射光強度も大きくなる。断面傾斜角度を25~50°とすると断面傾斜角度の増加に伴い出射角度がさらに大きくなるが、出射光強度は低下する。そして、断面傾斜角度50°以上では、出射光の角度分布に明確なピークは無くなる。

【0035】これは、断面傾斜角度が25°以下の場合、導光板導波光が小凹部斜面で反射するとき、入射角が大きく全反射に近い条件で反射し反射率が高いため、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度が大きくなり光出射面からの出射光強度も大きくなる。これに対して、断面傾斜角度が25°以上の場合、導光板導波光が小凹部斜面で反射するとき、断面傾斜角度の増加に伴い入射角が小さくなり、小凹部斜面における反射率が低下する。このため、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度は、大きくなるが、そのときの出射光強度は低下する。そして、断面傾斜角度50°以上では、反射率が大きく低下しドット斜面透過光がメインになり、反射板による散乱光が大きくなるため角度分布に明確なピークは無くなる。ここで、ピークの位置が図21(A)の30°と異なるのは、導光板が平板でなく光源側の厚さが厚い楔形となっているため、断面傾斜角度が実質的に大きくなっていること、さらに、導光板内導波光が全反射を繰り返すことにより

導光板と導光板内導波光のなす角が大きくなるためである。

【0036】また正面輝度は、断面傾斜角度が15~20°でピークとなる。ここで、ピークの位置が図21

(A)の25°と異なるのは、導光板が平板でなく光源側の厚さが厚い楔形となっているため、断面傾斜角度が実質的に大きくなっており、さらに、導光板内導波光が全反射を繰り返すことにより導光板と導光板内導波光のなす角が大きくなるためである。

【0037】上記の実施例(図21(B))の場合、最適な断面傾斜角度は、10~25°と50°~85°である。詳細に説明すると、集光板や拡散板を用いる場合、導光板からの出射光の角度分布は重要性を持たないため、最適な断面傾斜角度は、正面輝度が最大となる10~25°である。また、集光板を用いない場合、最適な断面傾斜角度は、出射光の角度分布が小さくなる50°以上である。また、85°以上とすると成形が困難となるので好ましくない。

【0038】図26は、図21(C)の導光板の小凹部ドット傾斜角と導光板からの出射光の角度分布の関係を示した図である。図27は、図21(C)の導光板上に拡散板、第1集光板、第2集光板を設置した場合の、断面傾斜角度と正面輝度の関係を示した図である。測定では、小凹部の深さを断面傾斜角度10°以下で3μm、20°以上で8μmとした。また、ドット密度を、導光板全体が均一に光るように最適化し測定した。さらに、図20に示すように導光板の導光板下面、導光板側面には反射板4を設置した。

【0039】以下に、図26を詳細に説明する。断面傾斜角度5~30°は、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度が大きくなり、そのときの出射光強度も大きくなる。断面傾斜角度を30~50°とすると断面傾斜角度の増加に伴い出射角度がさらに大きくなるが、出射光強度は低下する。そして、断面傾斜角度50°以上では、出射光の角度分布に明確なピークは無くなる。

【0040】これは、断面傾斜角度が30°以下の場合、導光板導波光が小凹部斜面で反射するとき、入射角が大きく全反射に近い条件で反射し反射率が高いため、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度が大きくなり光出射面からの出射光強度も大きくなる。これに対して、これは、断面傾斜角度が30°以上の場合、導光板導波光が小凹部斜面で反射するとき、断面傾斜角度の増加に伴い入射角が小さくなり、小凹部斜面における反射率が低下する。この為、断面傾斜角度の増加に伴い出射光強度が最大となる出射角度は、大きくなるが、そのときの出射光強度は低下する。そして、断面傾斜角度50°以上では、反射率が大きく低下しドット斜面透過光がメインになり、反射板による反射光23が大きくなるため角度分布に明確なピークは無くなる。

また正面輝度は、断面傾斜角度が $25 \sim 30^\circ$ でピークとなる。

【0041】上記の実施例(図21(C))の場合、最適な断面傾斜角度は、 $18 \sim 43^\circ$ と $50^\circ \sim 85^\circ$ である。詳細に説明すると、集光板や拡散板を用いる場合、導光板からの出射光の角度分布は重要性を持たないため、最適な断面傾斜角度は、正面輝度が大きくなる $18 \sim 43^\circ$ (好ましくは、 $25 \sim 35^\circ$)である。また、集光板を用いない場合、最適な断面傾斜角度は、出射光の角度分布が小さくなる 50° 以上である。また、 85° 以上とすると成形が困難となるので好ましくない。

【0042】以上のように最適な断面傾斜角度は導光板の厚さや形状により異なるが、種々検討の結果、最適な断面傾斜角度は、 $7 \sim 85^\circ$ であった。詳細に説明すると、拡散板及び又は集光板を用いる場合、導光板からの出射光の角度分布は重要性を持たないため、最適な断面傾斜角度は、正面輝度が大きくなる $7 \sim 43^\circ$ (好ましくは、 $10 \sim 40^\circ$)である。また、集光板を用いない場合、最適な断面傾斜角度は、出射光の角度分布が小さくなる 50° 以上である。また、 85° 以上とすると成形が困難となるので好ましくない。

【0043】次に本発明の導光板小凹部の種々の形状に関してさらに詳しく説明する。

【0044】図19は、実施例1のドット(小凹部)の形状を示した図である。この実施例では、ドットの平面形状は略矩形をしている。なお、本発明においては、略矩形の他に図28に示す正方形(B)、円形(C)、略円形(D)(円を一部変形させた物)、正多角形

(E)、台形(F)及びこれらの図形を組み合わせたもの(G)も使用できる。略矩形は、散乱が少なく正面輝度を高めるのに適しており、それ以外は、散乱成分が大きいので光入光面からの陰の発生防止に効果がある。すなわち、導光板の光入光面からの陰の発生部のドットの大きさを小さくして、散乱効果を発揮させ陰を消すことができる。

【0045】図29(C)は、図7～図16以外の本発明の小凹部断面形状を説明したものである。図29

(A)は小凹部断面形状が台形の例である。図29

(B)は、小凹部断面形状が略台形で、エッジが滑らかなR形状をしたものである。この形状は実際に導光板を形成するときの製造条件のばらつきを考慮したときに有効な形状となる。また、このエッジが滑らかなR形状であるため散乱が起きにくく輝度向上に効果がある。図29(C)は、小凹部の断面形状が非対称である例であり、ドットの密度を上げやすい長所がある。なお、図29(B)のエッジが滑らかなR形状は、断面形状が台形のみに限定されるものではなく、その他の形状に関しても適用できる。

【0046】次に本発明の導光板小凹部の深さに関してさらに詳しく説明する。

【0047】図30は、図21(A)の導光板上に拡散板、第1集光板、第2集光板を設置した場合の、ドット深さと正面輝度の関係を示した図である。測定では、図19に示すようにドット底面26の大きさを約 0.2×0.04 mm、断面傾斜角度 24 を 30° に固定し、ドット密度を導光板全体が均一に光るように最適化し測定した。さらに、図20に示すように導光板の導光板下面、導光板側面には反射板4を設置した。

【0048】図30より、小凹部深さは、導光板内導波光の反射を効率よく行うために、 $2 \mu\text{m}$ 以上(好ましくは $5 \mu\text{m}$ 以上)であることが望ましい。その原因は、ドット深さが $2 \mu\text{m}$ 以下の場合、ドット密度を最大まで上げても小凹部傾斜面19の面積を十分に確保するのが困難なためである。さらに、小凹部の高さが低いと、導波光が散乱及び回折しやすくなり、導光板を単に粗面にしたのと同じになってしまうためである。

【0049】また、小凹部深さ上限は、 $100 \mu\text{m}$ 以下(好ましくは $40 \mu\text{m}$ 以下)が望ましい。小凹部深さがこれより大である場合、正面輝度の低下は見られないが、ドットの大きさが大きくなりドット見えの原因となるためである。

【0050】次に本発明の導光板小凹部の大きさに関してさらに詳しく説明する。小凹部の大きさは、その面積が 0.000025 平方ミリメートル以上(好ましくは 0.0001 平方ミリメートル以上)であることが望ましい。その理由は、ドット面積が 0.000025 平方ミリメートル以下の場合、導波光が散乱及び回折しやすくなり、導光板を単に粗面にしたのと同じになってしまうためである。

【0051】また、ドットの平面形状が略矩形の場合、その短辺は $30 \mu\text{m}$ 以上が好ましい。これは、ドットの平面形状を略矩形とする場合、散乱を減少させるため、ドットの大きさがある程度大きくする必要があるためである。これは、ドットのエッジの部分、すなわちドットの傾斜面とそれ以外の部分のつなぎ目で散乱が生じるため、ドットの短辺が小さいとドットの傾斜面と比較し、散乱が生じる部分のドットに占める割合が増加し散乱が大きくなってしまうためである。すなわち、ドットの平面形状が略矩形の場合、ドット見えの生じない範囲でドットは大きめの方が好ましい。さらに、後述する製造法において、レジストを露光するときに、マスクに安価なフィルムマスクを用いることや大型の密着型全面露光機を用いるためには、その短辺は $30 \mu\text{m}$ 以上あることが望ましい。

【0052】また、ドットが大きすぎるとドット見えの原因となる。図31は、ドットの大きさとドット見えの関係を調べた結果を示した図である。種々条件を検討した結果、ドット形状が円形や正方形等の場合、集光板を1枚にすることを考慮するとその面積は、 0.2 平方ミリメートル以下(好ましくは、 0.05 平方ミリメートル

ル以下)が望ましい。ドット形状が略矩形の場合、その短辺は $200\mu\text{m}$ 以下(好ましくは $100\mu\text{m}$ 以下)が望ましい。また、その短辺と長辺の比は、80以下(好ましくは、20以下)が望ましい。これら以上の場合、ドット見えの原因となる可能性がある。

【0053】光源からの光強度は一般的に導光板内で光源から遠ざかるにつれて低下するので、それに応じて小凹部の密度、高さ或いは大きさを変化させ、小凸部反射光の強度分布すなわち輝度が導光板全面に渡って均一になるようにする。本発明では、単一光源の場合、小凸部の密度は光源側端面から相対する導光板端面に向かって、指数関数的、あるいはべき乗的に増加するように形成するのが良い。しかし、光源側と相対する導光板端面での光の反射を考慮すると、上記相対する導光板端面の近傍では端面に近づくにつれて、その密度を減じたほうが輝度の均一化が図れる場合が多い。

【0054】次に、本発明の背面照明装置の構成を図32により説明する。図32(A)は、単一光源、楔形導光板の例である。光源からの距離に反比例して導光板厚さを減じた導光板を用いたことに特徴があり、導光板出射光の強度分布の均一化と、導光板厚さの低減、軽量化に有効である。

【0055】図32(B)は、単一光源を用い、光源と反対側の導光板端面に傾斜をもたせた例であり、導波光のうち、光出射面から出射せず、光源と反対側の導光板端面まで達した導波光の角度を変化させて、導波光出射を容易にしたことを特徴とする。これにより、導光板出射光の強度分布の均一化が容易になり、また光損失が低減できる。

【0056】図32(C)、(D)は、光源側の導光板端面を導光板入射光広がり角を調整するために、凹状、凸状にした例である。光出射面出射光の角度分布の制御に有効である。

【0057】図32(E)は、2光源型で、導光板として平板を用いた例である。

【0058】図32(F)は、2光源型で、光源からの距離の違いによる輝度むらを補償するために、導光板の厚さを変化させた例である。上記背面照明装置の構成は、図示したものに限定されるものではなく、それぞれを組み合わせ、構成することが可能である。

【0059】次に本発明の実施例2を図面にに基づき説明する。図33は本発明の背面照明装置の斜視図、図34は本実施例のドット(小凸部)を示す斜視図、図35は本実施例のドット(小凸部)の形状説明図である。

【0060】この背面照明装置は、光源1、導光板2、反射板4を最小構成要素としており、導光板には、導光板下面18にドット9(小凸部)が形成されている。また、ドットは、基本的にはランダムに配置されている。

【0061】図36は、本発明の導光板内を進行する導光板導波光の光線軌跡を示したものである。図36にお

いて、光源1からの出射光は導光板光源側15端面で導光板入射光16として導光板2に入射し、導光板導波光14となり、他方の端面に向かって、導光板下面18および導光板光出射面12で全反射を繰り返しながら進行する。導波光のうち小凸部傾斜面27に入射した光の一部は、反射して導光板光出射面12にあたり、そこで屈折して光出射面から出射して出射光21として出射する。そして、反射しなかった光は、ドット斜面透過光22となり反射板で反射23し再び導光板に入射し、その一部は光出射面から出射し、残りは再び導光板導波光となる。従って、小凸部を適正に配置することにより、導波光を徐々に導光板から出射させて液晶表示素子を照明することができる。また、断面傾斜角度を適正に制御することにより、導光板からの出射光の角度分布を制御することができる。

【0062】図37は、小凸部ドット傾斜角と導光板からの出射光の角度分布の関係を示した図である。なお、導光板の外形形状は、図21(A)と同一であり、グラフ中の出射角は図21中に図示した出射角25である。図38は、上記導光板上に拡散板、第1集光板、第2集光板を設置した場合の、断面傾斜角度と正面輝度の関係を示した図である。測定では、小凹部の深さを断面傾斜角度 10° 以下で $3\mu\text{m}$ 、 20° 以上で $8\mu\text{m}$ とした。また、ドット密度を、導光板全体が均一に光るように最適化し測定した。さらに、実施例1と同様に導光板の導光板下面、導光板側面には反射板4を設置した。

【0063】図37、図38は、実施例1の図21(A)の導光板の結果とほぼ同一の結果である。これは、ドットの反射する面が異なるだけで光が出射する機構がほぼ同じためである。従って、最適な断面傾斜角度は、実施例1と同じ $7\sim 85^\circ$ であった。詳細に説明すると、拡散板及び又は集光板を用いる場合、導光板からの出射光の角度分布は重要性を持たないため、最適な断面傾斜角度は、正面輝度が大きくなる $7\sim 43^\circ$ である。また、集光板を用いない場合、最適な断面傾斜角度は、出射光の角度分布が小さくなる 50° 以上である。また、 85° 以上とすると成形が困難となるので好ましくない。

【0064】次に本発明の導光板小凸部の種々の形状に関してさらに詳しく説明する。図35は、本発明の実施例2の導光板小凸部の平面形状を示した図である。この実施例では、小凸部の平面形状は略矩形をしている。なお、本発明においては、略矩形の他に図17に示す正方形(B)、円形(C)、略円形(D)(円を一部変形させた物)、正多角形(E)、台形(F)及びこれらの図形を組み合わせた物(G)も使用できる。略矩形は、散乱が少なく正面輝度を高めるのに適しており、それ以外は、散乱成分が大きいので光入光面からの陰の発生防止に効果がある。すなわち、導光板の光入光面からの陰の発生部のドットの大きさを小さくして、散乱効果を発揮

させ陰を消すことができる。

【0065】図39は、図7～図16以外の本発明の小凸部断面形状を説明するための図である。図39(A)は小凸部断面形状が台形の例である。図39(B)は、小凸部断面形状が略台形で、エッジが滑らかなR形状をしたのである。この形状は実際に導光板を形成するときの製造条件のばらつきを考慮したときに有効な形状となる。また、このエッジが滑らかなR形状であるため散乱が起きにくく輝度向上に効果がある。図39(C)は、小凸部の断面形状が非対称である例であり、ドットの密度を上げやすい長所がある。なお、図39(B)のエッジが滑らかなR形状は、断面形状が台形のみに限定されるものではなく、その他の形状に関しても適用できる。

【0066】次に本発明の実施例における導光板小凸部の高さに関して説明する。小凸部高さは、実施例1と同様の理由で、 $2\mu\text{m}$ 以上（好ましくは $5\mu\text{m}$ 以上）、 $100\mu\text{m}$ 以下（好ましくは $40\mu\text{m}$ 以下）であることが望ましい。また、本実施例においては、小凸部高さを図40に示すように、ドット幅と断面傾斜角度と導光板内導波光広がり角度 28° により定まる値 29° より高くすれば、反射面として有効に機能する部分 30° が変化しないため、ドット高さむらに起因する輝度斑を防止できる利点がある。

【0067】本実施例のドットの平面形状、小凸部の大きさ、分布、背面照明装置の構成は、実施例1と同様である。

【0068】次に本発明の実施例3を図面に基き説明する。図41は、本発明の背面照明装置の斜視図、図42は本実施例のドット9（小凹部）を示す斜視図、図19は、本実施例のドットの形状説明図である。

【0069】この背面照明装置は、光源1、導光板2、反射板4を最小構成要素としており、導光板には、導光板光出射面12にドットが形成されている。また、ドットは、基本的にはランダムに配置されている。

【0070】図43は、本発明の導光板内を進行する導光板導波光の光線軌跡を示したものである。図43において、光源1からの出射光は導光板光源側端面15で導光板入射光16として導光板2に入射し、導光板導波光14となり、他方の端面に向かって、導光板下面18および導光板光出射面12で全反射を繰り返しながら進行する。導波光のうち小凹部傾斜面19に入射した光の一部は、屈折して光出射面から出射光21として出射する。そして、屈折しない成分は反射し、導光板下面から出射し反射板で反射23し再び導光板に入射し、その一部は光出射面から出射し、残りは再び導光板導波光となる。従って、小凹部を適正に配置することにより、導波光を徐々に導光板から出射させて液晶表示素子を照明することができる。

【0071】図44は、実施例3の導光板からの出射光

の角度分布を示した図である。なお、断面傾斜角度は 30° 、導光板の外形状は図21(A)と同一であり、グラフ中の出射角は図21中に図示した出射角 25° である。図45は、上記導光板上に拡散板、第1集光板、第2集光板を設置した場合の、断面傾斜角度と正面輝度の関係を示した図である。測定では、小凹部の深さを断面傾斜角度 10° 以下で $3\mu\text{m}$ 、 20° 以上で $8\mu\text{m}$ とした。また、ドット密度を、導光板全体が均一に光るように最適化し測定した。さらに、実施例1と同様に導光板の導光板下面、導光板側面には反射板4を設置した。

【0072】図44を説明する。出射光の角度分布には2つのピークが存在する。出射角 $10^\circ \sim 20^\circ$ のピークは、図43において、小凹部傾斜面19で反射し導光板下面から出射し反射板で反射し出射した光によるピークである。また、 70° 以上に見られるピークは、小凹部傾斜面19を透過した光と楔があるために出射する光である。実施例3は、実施例1と比較すると出射光の出射角は大きくなる傾向があり、これを断面傾斜角度を変更し小さくすることは困難である。従って、拡散板や集光板の併用が望ましい。従って、最適な断面傾斜角度は、図45より正面輝度が大きくなる $15 \sim 85^\circ$ である。

【0073】次に実施例3のドット（小凹部）の平面形状及び小凹部断面形状に関しては、実施例1と同様の各種形状が利用できる。また、本実施例の小凹部の高さ、大きさ、分布、背面照明装置の構成は、実施例1と同様である。さらに、本実施例の小凹部を図35に示す小凸部としても同様の結果が得られる。また、ドットを導光板の下面と光出射面両方に作製すると、両者の中間的な特性が得られる。

【0074】次に本発明の実施例4を説明する。図46は、本発明の導光板と組み合わせると有効な集光板31（プリズムシート）の断面形状を示したものである。図47は、実施例1の導光板と図46の集光板を組み合わせた場合の配置を示した。ここで、集光板の角度 θ_{n1} 、 θ_{n2} は、導光板の種類により種々の最適値が存在するが、 $90 < \theta_{n1} < 60^\circ$ 、 $25 < \theta_{n2} < 55^\circ$ が好ましい。

【0075】図48は、図47(A)の配置で θ_{n1} を 85° 、 θ_{n2} を 35° の場合の出射光の角度分布である。正面だけでなく出射角 -40° 前後も輝度が高い特徴があり正面輝度を確保しつつ視野角を大きく広げることができる。このタイプの組み合わせの場合、 θ_{n1} は、なるべく大きな値とする必要がある。すなわち、 75° 以上が望ましい。ただし、 85° 以上は作製が困難なため望ましくない。また、 75° よりも小さいと出射角 -40° 前後も輝度が低下する。 θ_{n2} は、 $35 \pm 10^\circ$ が望ましい。これ以外の値とすると輝度最大となる出射角が正面からはずれてしまう。

【0076】図49は、図47(B)の配置で θ_{n1} を 70° 、 θ_{n2} を 45° の場合の出射光の角度分布である。

全ての出射角で均一な輝度を得ることができ、視野角を大きく広げることができる。このタイプの組み合わせの場合、 θ_1 は、 $70 \pm 10^\circ$ が望ましい。これ以外の値とすると全ての出射角で均一な輝度を得ることが困難となる。 θ_2 は、 $45 \pm 10^\circ$ が望ましい。これ以外の値とすると全ての出射角で均一な輝度を得ることが困難となる。

【0077】図50は、実施例4(A)の背面照明装置の視野角を分かりやすく示した図(写真)である。図51は、図50撮影時の背面照明装置の構成を説明した図である。従来の背面照明装置32は、印刷ドットを用いた導光板33を使用し、導光板下面に反射板4、導光板光出射面に拡散板5、第1集光板6、第2集光板7を設置してある。第1集光板、第2集光板は、頂角 90° のプリズムシートを使用している。実施例4の背面照明装置34は、実施例1の導光板35を使用し、導光板下面に反射板4、導光板光出射面に拡散板5、図46の集光板31を設置してある。

【0078】次に本発明の実施例5を説明する。本発明では、断面傾斜角度を制御することにより、導光板からの出射光の角度分布を制御できる。ここで、導光板全面で断面傾斜角度を均一にすると、図52に示すように、光源に近い位置と遠い位置で出射光の角度分布が異なってしまう。これを防止するためには、光源に近い位置と遠い位置で断面傾斜角度を変化させることが有効である。光源に近い位置と遠い位置で出射光の角度分布のピークのズレは、導光板の外形状等により異なるが $1 \sim 15^\circ$ 程度の値をとる(図52の場合 8°)。図53は、図52の導光板の断面傾斜角度の平均を光源側からこれと反対側に向かって変化させ、その角度が光源側が小であるようにした場合の出射光の角度分布である。本実施例では、断面傾斜角度を光源から10mm地点で 27° 、150mmの地点で 33° になるように直線的に変化させた。この断面傾斜角度の変化量は、導光板の外形状等により異なるが $0.5 \sim 1.5^\circ$ とする必要がある。

【0079】次に本発明の実施例6を説明する。本発明では、断面傾斜角度を制御することにより、導光板からの出射光の角度分布を制御できる。ここで、導光板を $1 \sim 4$ 平方センチメートルの面積で見たときの断面傾斜角度を均一にし、正面輝度向上の為に集光板を2枚使用すると、図54の角度均一に示すように、導光板からの出射光の角度分布に鋭いピークを持つ視野角の狭い背面照明装置になる。これを防止する方法としては、拡散板を用いる方法もあるが、本発明においては、導光板を $1 \sim 4$ 平方センチメートルの面積で見たときに断面傾斜角度をその平均からを中心に $\pm 10^\circ$ の範囲でドット及びドットの一部毎に変化させ

た場合の導光板からの出射光の角度分布である。このように、視野角を断面傾斜角度の不均一性により制御可能である。またこの時の断面傾斜角度の変動範囲は、 $\pm 2 \sim 15^\circ$ であることが望ましい。 $\pm 2^\circ$ 以下の場合、視野角を広げる効果は、殆ど存在しない。また、 $\pm 15^\circ$ 以上とすると断面傾斜角度により出射角を制御可能な範囲から外れてしまうため好ましくない。

【0080】次に本発明の実施例7を説明する。本発明では、ドットの斜面による反射屈折により光を導光板外に誘導し、それ以外の部分の正反射を用いて光を導光板内の隅々に行き渡らせている。従って、導光板の表面粗さを小さくすることにより、反射屈折時の損失を低減し、輝度向上を図る事ができる。図55は、導光板のドット形成面の平坦部(ドット形成面となす角 5° 以下)のRaと正面輝度(拡散板+集光板2枚使用)の関係を示した図である。図55より、Raは、 $0.3 \mu\text{m}$ 以下(好ましくは $0.05 \mu\text{m}$ 以下)が望ましい。また、実施例1~2において、反射板4に変えて反射膜をドットに沿って成膜することも有効である。

【0081】次に、本発明の液晶表示装置用導光板の製造方法を説明する。導光板の製造方法としては、基本的には、金型を製作し、プラスチック成形して製造する。該金型の製造方法としては、種々の機械加工法、例えば、ドリル加工、切削、研削等の手法を用いることができる。また放電加工法も有効な手段である。ただし、本発明の小凸部または小凹部からなるドットは、一般的設計でその数が $200 \sim 20,000$ 個/平方センチメートルであり、導光板全体では膨大な数になるため、以下に述べる製造方法を適用するのがよい。

【0082】図56は、その製造方法の実施例1を示したプロセス図である。この製造方法は、(1)基板36にホトレジスト37を形成する工程と、(2)ドットのパターンを有したホトマスク38を上記基板上に配置し、マスク上方から紫外線39を照射したあとホトレジストを現像して基板にドットのパターン40を形成する工程と、(3)パターン上に金属メッキを施し、メッキ層41からなるプラスチック成形用スタンプ42を形成する工程と、(4)上記スタンプを用いて、プラスチック成形する工程を有する。

【0083】ここで、基板としては、厚さ2から10mm程度の鏡面研磨したガラス板等が用いられる。ホトレジストを形成する前に、シラン系の接着性向上剤をあらかじめ塗布しておくことができる。ホトレジスト材料としては、液状あるいはフィルム状のポジ型、ネガ型材料が使用可能である。図56ではポジ型材料を使用した場合の工程を示した。その形成方法としては、スピニング法、ロールコーティング法がある。ホトレジストの厚さをコントロールすることにより小凸部の高さや小凹部の深さを変化させることが可能である。また露光、現像条件を工夫することにより、断面傾斜角度をコ

ントロールすることができる。ホトマスクは、クロムマスク、フィルムマスク、エマルジョンマスクなど各種マスクが使用可能であり、あらかじめ設計したドットの大きさ、数、分布等のデータを作成しておき、電子ビーム、レーザビーム等により描画することにより作成できる。メッキ層を形成するまえに、導電膜を形成しておく、メッキ工程のむらがなくなり、良好なメッキ層すなわちスタンプが形成できる。導電層、メッキ層の材料としては種々の金属が使用できるが、均一性、機械的性能の点でNiが最適な材料である。得られたメッキ層は、

【0084】得られたスタンプは、例えば射出成形機の母型43にマグネット、真空チャック等で固定する。図56には射出成形機により導光板2を製作する方法を示したが、これ以外の方法として、押し出し成形、圧縮成形、真空成形等で導光板を形成することが可能である。

【0085】導光板を構成する材料としては、透明なプラスチック材料全般が使用可能である。具体例としては、アクリル系プラスチック、ポリカーボネート樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリウレタン系樹脂、紫外線硬化型のプラスチック材料がある。このうちアクリル系材料は、透明性、価格、成形性の点で優れており本発明に適した材料である。

【0086】図57は、本発明の製造方法の実施例2を示したプロセス図である。この製造方法は、(1)スタンプ原盤44にホトレジスト膜37を形成する工程と、

(2)ドットのパターンを有したホトマスク38を上記基板上に配置し、マスク上方から紫外線39を照射したあと現像してスタンプ原盤44にドットのパターン40を形成する工程と、(3)上記パターンをマスクにして、スタンプ原盤44をエッチングしてスタンプ42を形成する工程と、(4)ホトレジストマスク残り45を取り除く工程と、(5)上記スタンプを用いて、プラスチック成形する工程を有する。

【0087】本工程は、メッキ工程を用いず、金属板を加工する点が図56の工程と異なる。ここで、スタンプ原盤は、例えばNi等の鏡面仕上げた金属板である。ホトマスクパターンをマスクにしてスタンプ原盤をエッチングする方法としては、ウェットエッチングの他、各種のドライエッチング法が使用できる。とりわけ、イオンビームを所定の角度から入射させて、断面傾斜角度を制御することができるイオンミリング法はこれに適した方法である。なお、スタンプ原盤の代わりに一般的に使用される金型材料を用いて上記製造法で直接金型を製造することもできる。

【0088】図58は、本発明の製造方法の実施例3を示したプロセス図である。この製造方法は、(1)基板にホトレジスト膜37を形成する工程と、(2)ドットのパターンを有したホトマスク38を上記基板上に配置

し、マスク上方から紫外線39を照射したあと現像して基板にドットのパターンの原形を形成する工程と、

(3)パターンをドライエッチングしてパターンを所望の断面形状に整形する工程と、(4)金属メッキを施しプラスチック成形用スタンプを形成する工程と、(5)上記スタンプを用いて、プラスチック成形する工程を用いたことを特徴とする。

【0089】このプロセスはホトマスクパターンをドライエッチング法により、所定の形状に成形したあと、メッキ工程によりスタンプを形成する手法で、ドライエッチング法として、イオンミリング等を用いることにより、ドットの原形を所望の断面形状に整形することができる特徴を有する。

【0090】次に、実施例5、6を実現するための製造法の実施例1と組み合わせる行う製造法の実施例を説明する。製造方法実施例1において、(2)基板にドットのパターンを形成する工程の後にアニール工程(155~200℃)を入れた場合、ドット幅(ドットの光源に対して垂直方向の長さ(図35参照))あるいはドット間平均距離(単位距離/(ドット密度の平方根))を変化させることにより断面傾斜角度を制御することができる。すなわち、図59に示すように、ドット幅により断面傾斜角度を制御可能であり、図60に示すようにドット間平均距離を用いても断面傾斜角度を制御することができる。ここでもドット幅と断面傾斜角度の関係の例を図61に示す。ドット幅を狭くすることにより断面傾斜角度を大きくできる。なお、ドット幅あるいはドット間平均距離、どちらを変化させるかは、使用するレジストの種類(ポジ、ネガの2タイプ)とマスクの種類(ドットになる部分を遮光するか光を通すかの2タイプ)によりいずれか一方に定まる。

【0091】次に、液晶表示装置の構成を説明する。図62に本発明の液晶表示装置を示した。背面照明装置の上面には偏向板、TFT、液晶セル、共通電極、カラーフィルタ、偏光板が設置される。この構成は液晶表示装置の一般例を示したものであり、表示装置の用途によっては、背面照明装置を含めて、種々の構成が考えられる。

【0092】例えば、パーソナルコンピュータのデスクトップ型液晶表示装置、あるいはテレビモニタには、特に広い視野角が要求されるがこの場合には、照明光を散乱させて視野角を拡大させる拡散板を適当な位置に配置することができる。また、プリズムシートを配置して更に指向性の高い照明光を液晶セルに照射したあと、視野角を広げるために光り拡散効果のあるシートを配置したり、光出射面を加工して光散乱機能を持たせて視野角を広げることもできる。

【0093】光源の具体例としては、冷陰極管、熱陰極管、タングステンランプ、キセノンランプ、メタルハライドランプ、などが挙げられる。通常、冷陰極管のよう

な低温系の光源が望ましい。

【0094】本発明に用いる液晶素子ないしは液晶セルについては特に限定はなく、周知の素子、パネルが使用できる。一般的な液晶セルとしては、ツイストネマティック型やスーパーツイストネマティック型、ホモジニアス型、薄膜トランジスタ型のもの、またアクティブマトリックス駆動型や単純マトリックス駆動型のものなどが挙げられる。

【0095】なお、必要に応じて用いられる輝度均一化マスク（図示せず）は、光源からの距離差による輝度のムラを補償するためのもので、例えば光の透過率を変化させたシートなどとして形成されるもので、輝度均一化マスクは、導光板上の任意の位置に配置することができる。

【0096】

【発明の効果】以上述べたように、本発明による多機能かつ高性能な導光板を液晶表示装置に用いることにより、従来多数の部品すなわち、光源、導光板、拡散シート、プリズムシート、反射シート等で構成されていた背面照明装置の部品点数を減じることができる。同時に輝度の向上、部品価格と組立工数の低減がはかれる。従って、輝度むら発生のない、安定した特性を有した液晶表示装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の背面照明装置部の斜視図である。

【図2】従来のドット印刷方式導光板の断面図である。

【図3】図2のドット印刷の説明図である。

【図4】本発明によるドットの大きさ説明図である。

【図5】本発明の実施形態をまとめた図である。

【図6】本発明の断面傾斜角度切断方向の説明図である。

【図7】本発明の断面傾斜角度の説明図1である。

【図8】本発明の断面傾斜角度の説明図2である。

【図9】本発明の断面傾斜角度の説明図3である。

【図10】本発明の断面傾斜角度の説明図4である。

【図11】本発明の断面傾斜角度の説明図5である。

【図12】本発明の断面傾斜角度の説明図6である。

【図13】本発明の断面傾斜角度の説明図7である。

【図14】本発明の断面傾斜角度の説明図8である。

【図15】本発明の断面傾斜角度の説明図9である。

【図16】本発明の断面傾斜角度の説明図10である。

【図17】本発明のドットの平面形状をまとめた図である。

【図18】本発明の導光板小凹部を示す斜視図である。

【図19】本発明の導光板小凹部の形状説明図である。

【図20】本発明の実施例1の導光板内の光線軌跡を説明するための図である。

【図21】本発明の導光板形状の説明図である。

【図22】本発明の実施例1の小凹部断面傾斜角度と出

射光角度分布の関係図1である。

【図23】本発明の実施例1の小凹部断面傾斜角度と出射光強度の関係図1である。

【図24】本発明の実施例1の小凹部断面傾斜角度と出射光角度分布の関係図2である。

【図25】本発明の実施例1の小凹部断面傾斜角度と出射光強度の関係図2である。

【図26】本発明の実施例1の小凹部断面傾斜角度と出射光角度分布の関係図3である。

10 【図27】本発明の実施例1の小凹部断面傾斜角度と出射光強度の関係図3である。

【図28】本発明のドットの平面形状をまとめた図である。

【図29】本発明の小凹部断面形状の図である。

【図30】本発明の小凹部深さと出射光強度の関係図である。

【図31】本発明の小凹部大きさとドット見えの関係図である。

【図32】本発明の構成説明図である。

20 【図33】本発明の液晶表示装置の第2の実施例の背面照明装置部の斜視図である。

【図34】本発明の導光板小凸部を示す斜視図である。

【図35】本発明の導光板小凸部の形状説明図である。

【図36】本発明の導光板内の光線軌跡を説明するための図である。

【図37】本発明の実施例2の小凸部断面傾斜角度と出射光角度分布の関係図である。

【図38】本発明の実施例2の小凸部断面傾斜角度と出射光強度の関係図である。

30 【図39】本発明の小凸部断面形状の図である。

【図40】本発明の小凸部深さと出射光強度の関係図である。

【図41】本発明の液晶表示装置の第3の実施例の背面照明装置部の斜視図である。

【図42】本発明の導光板小凹部を示す斜視図である。

【図43】本発明の実施例3の導光板内の光線軌跡を説明するための図である。

【図44】本発明の実施例3の出射光角度分布の説明図である。

40 【図45】本発明の実施例3の小凹部断面傾斜角度と出射光強度の関係図である。

【図46】本発明に用いられる集光板の断面形状の図である。

【図47】本発明の液晶表示装置の第4の実施例の要部の図である。

【図48】本発明の実施例4の出射光角度分布1である。

【図49】本発明の実施例4の出射光角度分布2である。

50 【図50】本発明の実施例4の出射光の角度依存性を示

す図である。

【図 5 1】図 5 0 の説明図である。

【図 5 2】本発明の断面傾斜角度均一時の出射光の角度依存性の図である。

【図 5 3】本発明の断面傾斜角度を変化させた場合の出射光の角度依存性の図である。

【図 5 4】本発明の断面傾斜角度を局所的に変化させた場合の出射光の角度依存性の図である。

【図 5 5】本発明の表面粗さと正面輝度の関係図である。

【図 5 6】本発明に用いられる導光板を製造するためのプロセス図 1 である。

【図 5 7】本発明に用いられる導光板を製造するためのプロセス図 2 である。

【図 5 8】本発明に用いられる導光板を製造するためのプロセス図 3 である。

【図 5 9】本発明のドット幅と断面傾斜角度の関係説明図である。

【図 6 0】本発明のドット間平均距離と断面傾斜角度の関係説明図である。

【図 6 1】本発明のドット幅と断面傾斜角度の関係例説明図である。

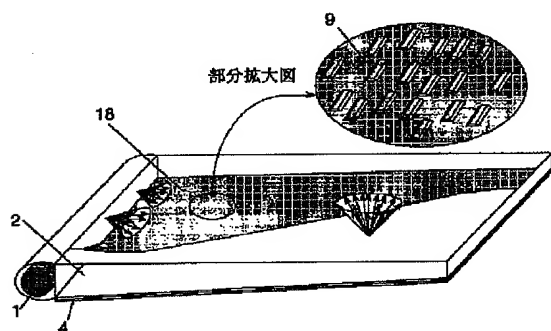
【図 6 2】本発明の液晶表示装置の要部分解斜視図である。

【符号の説明】

1…光源、 2…導光板、 3*

【図 1】

図 1

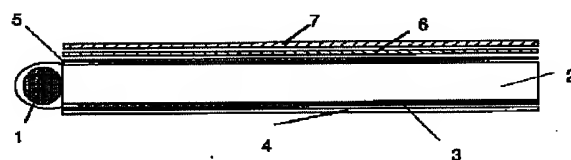


10

*…光散乱層、 4…反射板、 5…拡散板、 6…第 1 集光板、 7…第 2 集光板、 8…光散乱物質、 9…ドット、 10…ドット形成面、 11…導光板ドット形成面、 12…導光板光透過面、 13…断面傾斜角度を求める時の導光板の切断面、 14…導光板導波光、 15…導光板光源側端面、 16…導光板入射光、 17…他方の端面、 18…導光板下面、 19…小凹部傾斜面、 20…小凹部傾斜面に入射した光、 21…出射光、 22…ドット斜面透過光、 23…反射板で反射する光、 24…断面傾斜角度、 25…出射角、 26…ドット底面、 27…小凸部傾斜面、 28…導光板内導波光広がり角度、 29…ドット幅と断面傾斜角度と導光板内導波光広がり角度により定まる値、 30…反射面として有効に機能する部分、 31…本発明の導光板と組み合わせると有効な集光板、 32…従来の背面照明装置、 33…印刷ドットを用いた導光板、 34…実施例 4 の背面照明装置、 35…実施例 1 の導光板、 36…基板、 37…ホトレジスト、 38…ホトムスク、 39…紫外線、 40…ドットのパターン、 41…メッキ層、 42…プラスチック成形用スタンパ、 43…母型、 44…スタンパ原盤、 45…ホトレジストマスク残り。

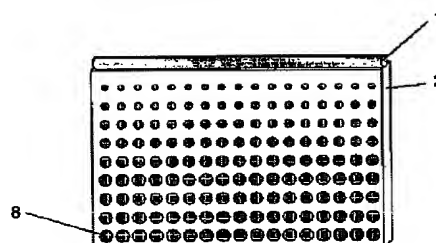
【図 2】

図 2



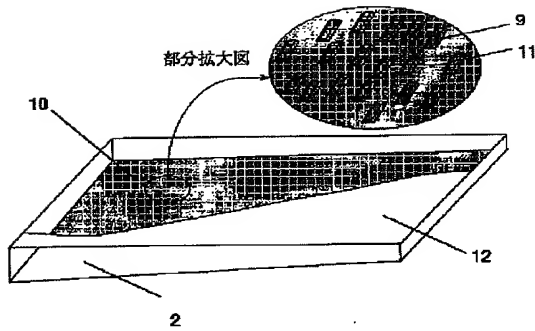
【図 3】

図 3



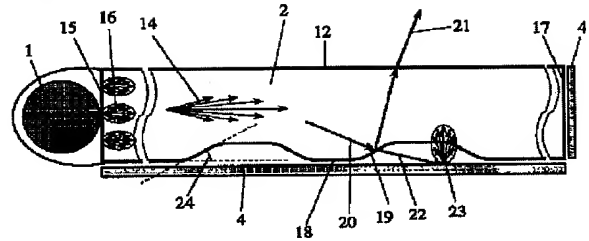
【図4】

図4



【図20】

図20



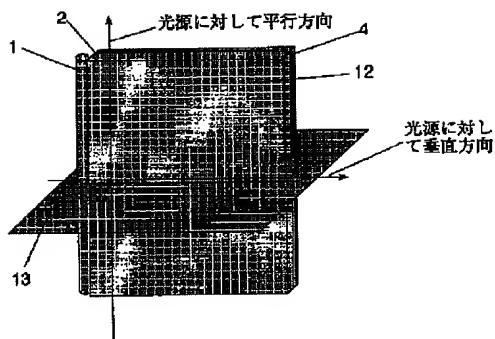
【図5】

図5

ドット種類	小凸部 小凹部		
	無		有
ドット斜面傾斜角	7~43°	50~85°	30±10°
ドット斜面傾斜角分布	光源に近いほど傾斜角：小		
ドット高さ、深さ	2~100 μm		
ドット高さ、深さ分布	光源に近いほど高さ、深さ：小		
ドット平面形状	円 略矩形		
ドット密度分布	光源に近いほどドット密度：小		
ドット形状分布	光源に近いほどドット面積：小 散乱が必要な部分ほどドット面積：小		
大きさ	≤0.2平方ミリメートル以下		
ドット配置	ランダム 非ランダム 平面形状が矩形の場合、長い辺が光源に略平行に配置		
副資材	反射板 集光板 (拡散板)	反射板 (集光板) (拡散板)	(集光板) (拡散板)

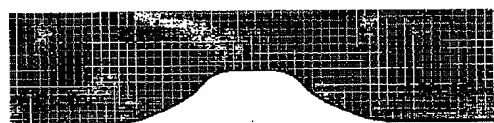
【図 6】

図 6

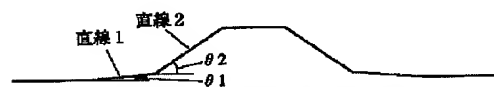


【図 8】

図 8



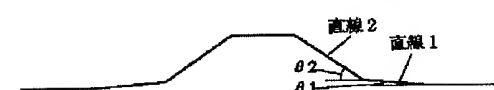
(A) 小凹部断面形状例 3



(B) 小凹部断面形状例 3 の近似直線



(C) 小凸部断面形状例 3



(D) 小凸部断面形状例 3 の近似直線

【図 7】

図 7



(A) 小凹部断面形状例 1



(B) 小凸部断面形状例 1



(C) 小凹部断面形状例 2



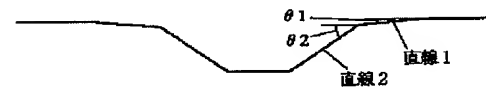
(D) 小凸部断面形状例 2

【図 9】

図 9



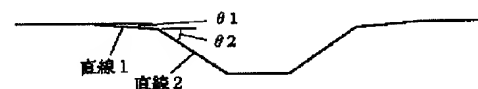
(A) 小凸部断面形状例 4



(B) 小凸部断面形状例 4 の近似直線



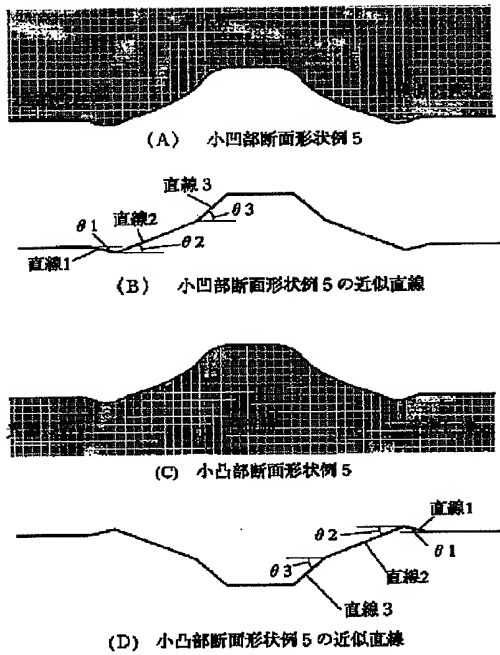
(C) 小凹部断面形状例 4



(D) 小凹部断面形状例 4 の近似直線

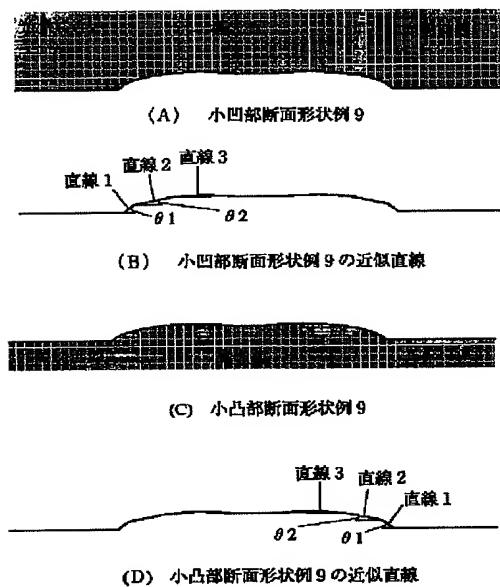
【図10】

図10



【図14】

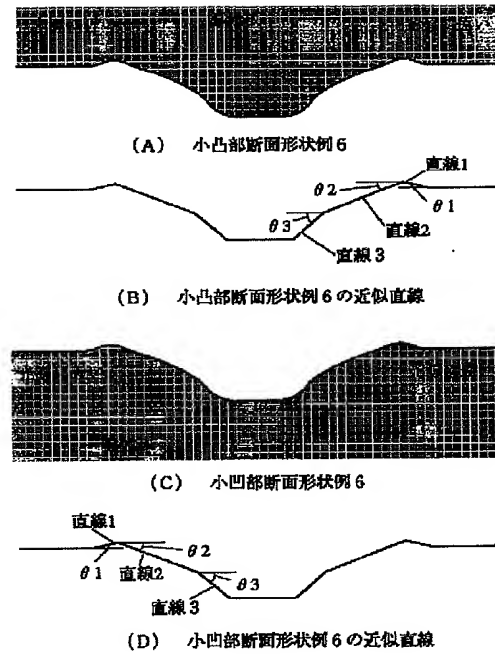
図14



【図11】

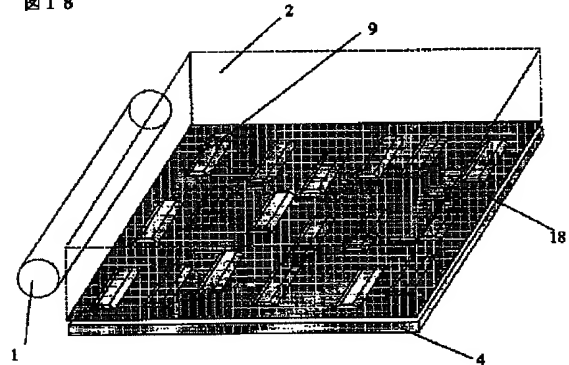
図11

傾斜角説明図No.5



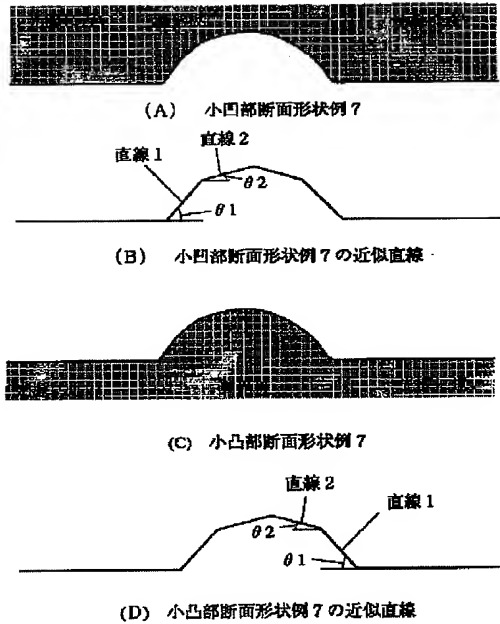
【図18】

図18



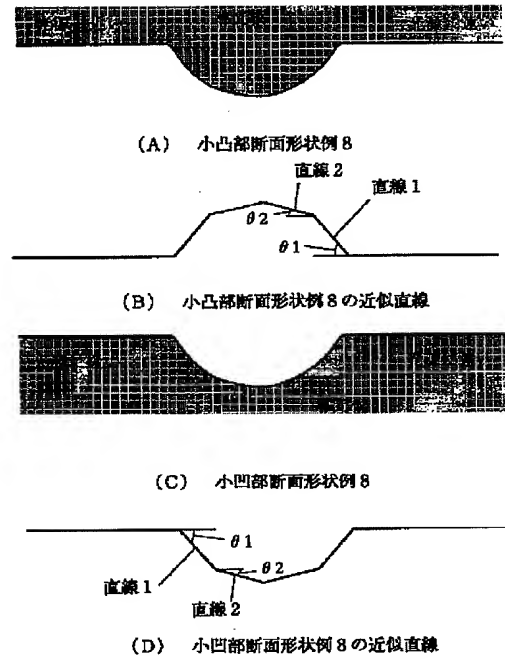
【図12】

図12



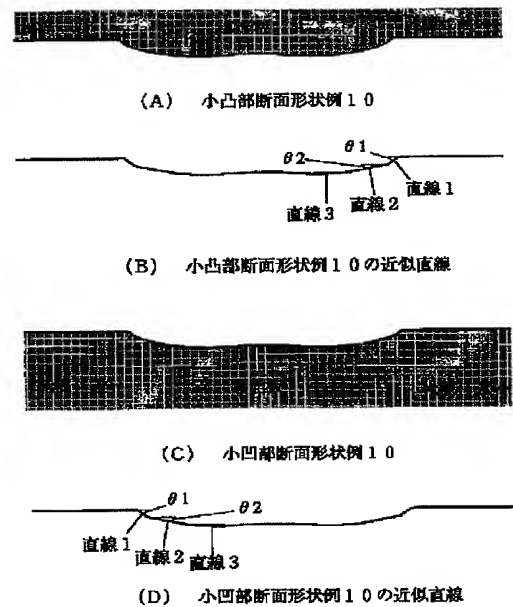
【図13】

図13



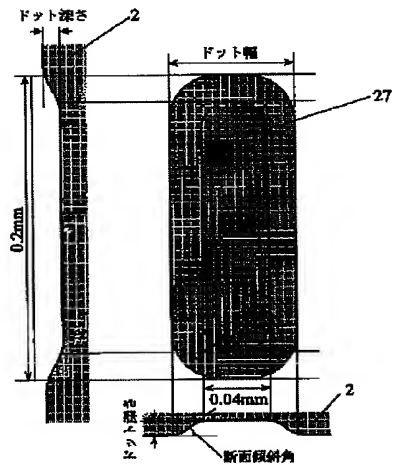
【図15】

図15



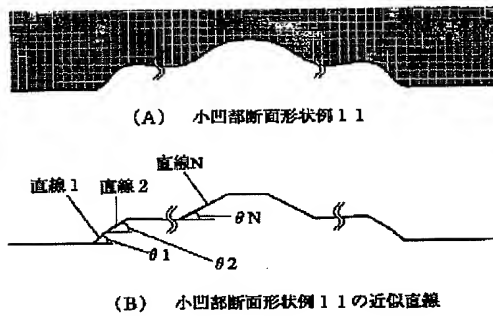
【図19】

図19



【図 16】

図 16



$$\text{断面傾斜角} = \frac{\sum_{n=1}^N \theta_n \times L_n \times \sin(\theta_n + \theta)}{\sum_{n=1}^N L_n \times \sin(\theta_n + \theta)}$$

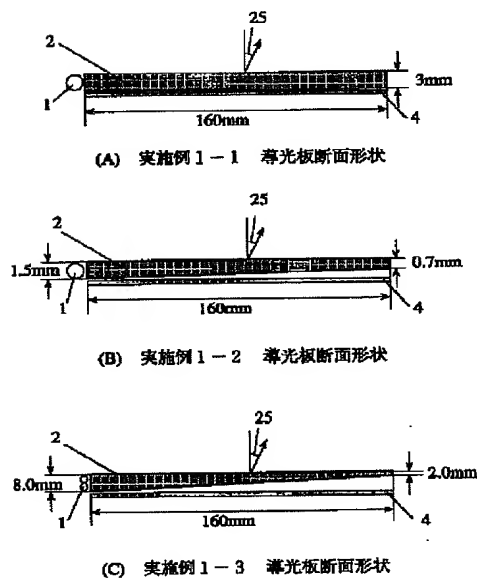
L_n = 直線 n の長さ
 θ = 導光板の屈折率により決定する値
 導光板の屈折率 = 1.47 ± 0.1 の場合 18° 程度が適当

$$\text{断面傾斜角} = \frac{\theta_1 \times L_1 \times \sin(\theta_1 + \theta) + \theta_2 \times L_2 \times \sin(\theta_2 + \theta)}{L_1 \times \sin(\theta_1 + \theta) + L_2 \times \sin(\theta_2 + \theta)}$$

L_1 = 直線 1 の長さ
 L_2 = 直線 2 の長さ
 θ = 導光板の屈折率により決定する値
 導光板の屈折率 = 1.47 ± 0.1 の場合 18° 程度が適当

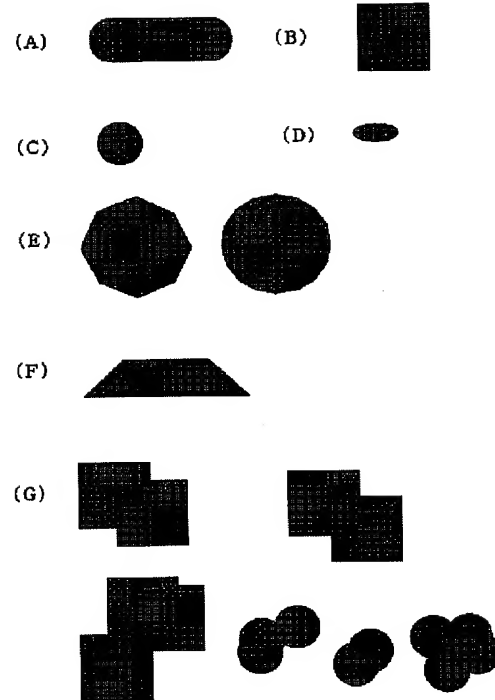
【図 2 1】

図 2 1



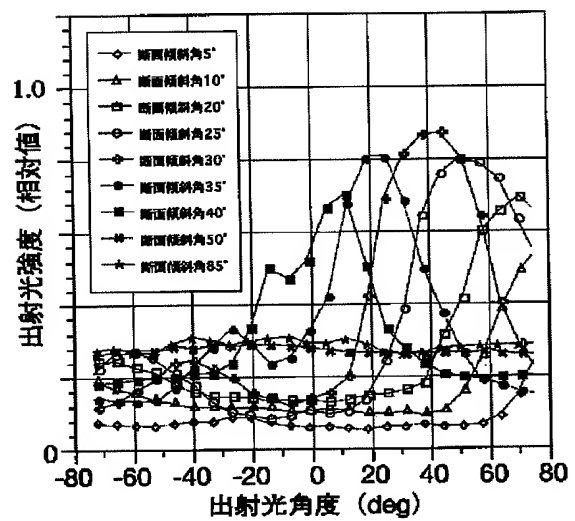
【図 17】

図 17



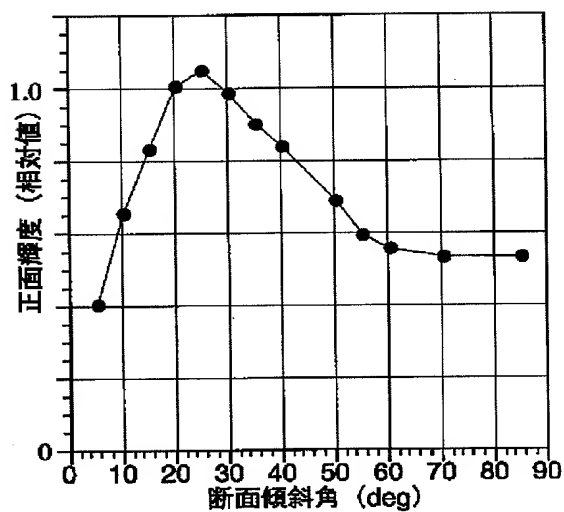
【図 2 2】

図 2 2



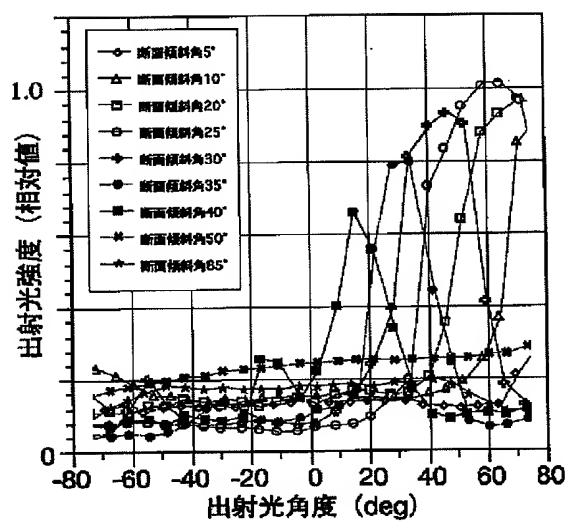
【図23】

図23



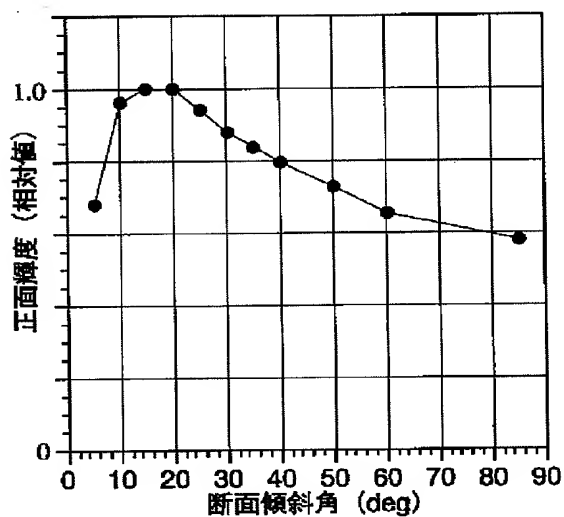
【図24】

図24



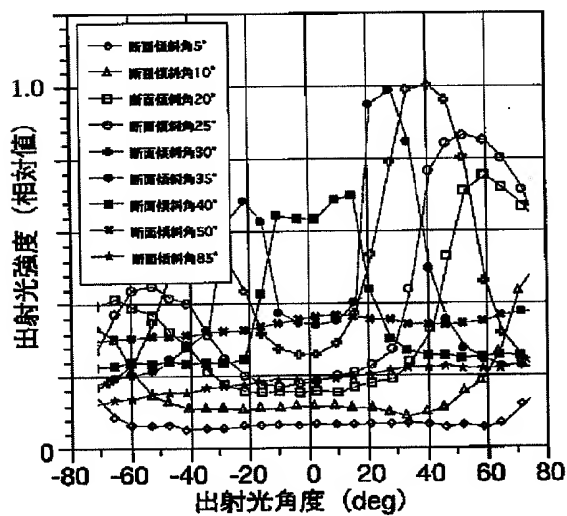
【図25】

図25



【図26】

図26

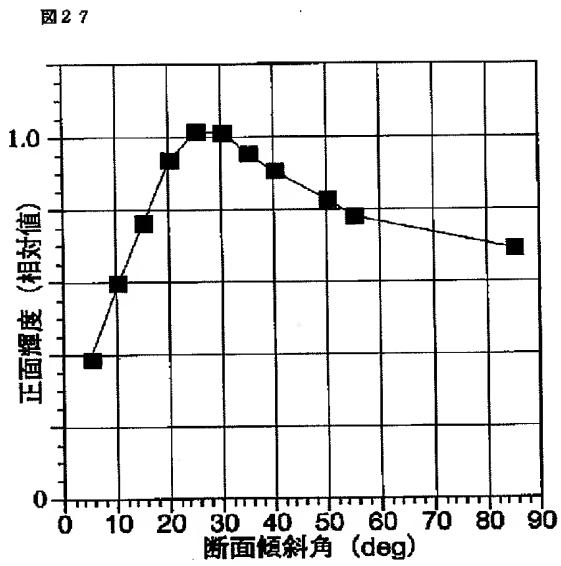


【図40】

図40

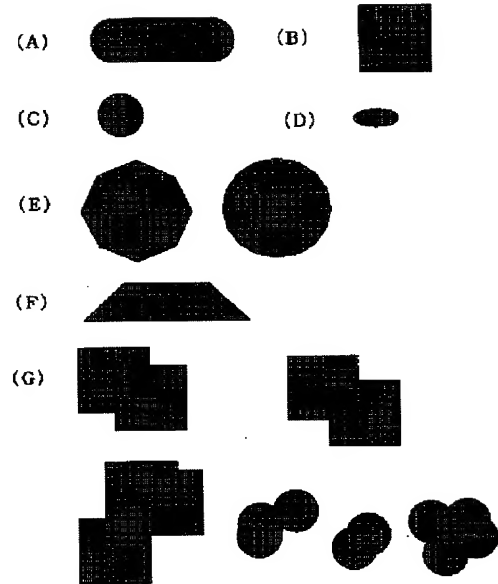


【図27】



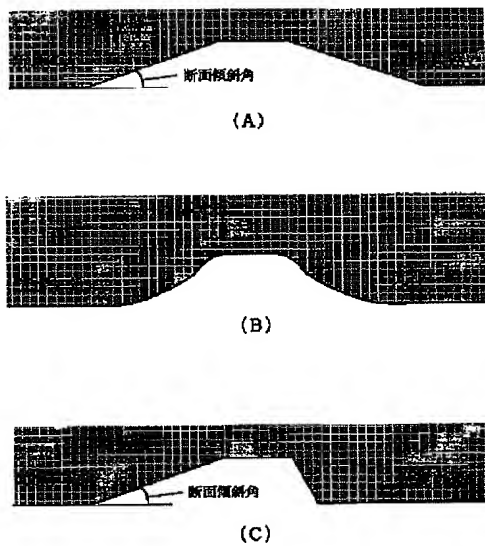
【図28】

図28



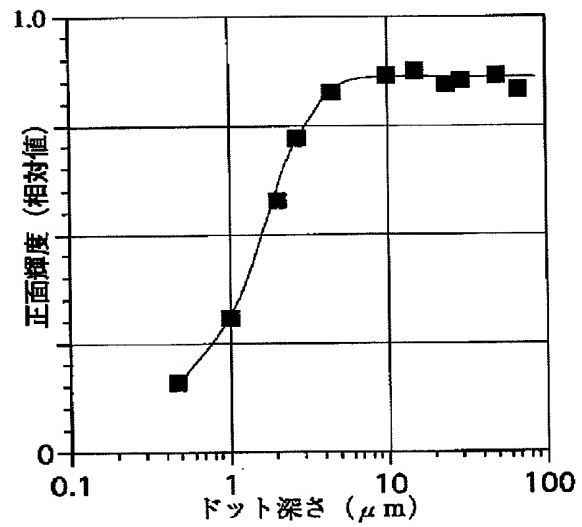
【図29】

図29



【図30】

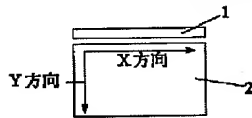
図30



【図31】

図31

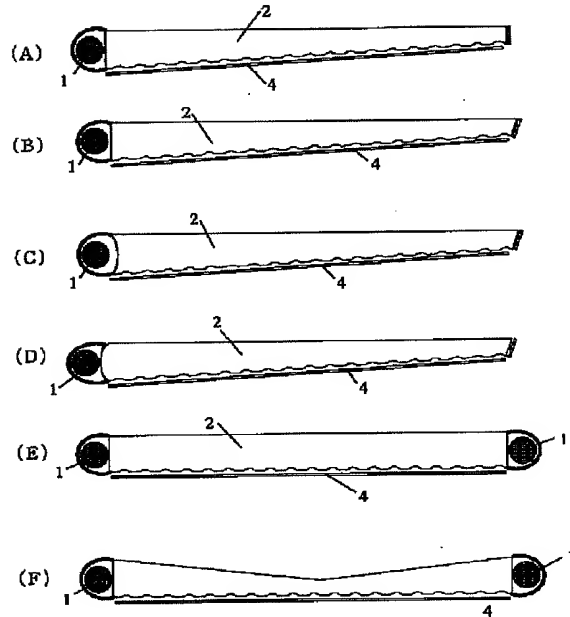
形	部材	大きさ (X方向 μm)						
		10	20	50	100	200	400	800
円形、正方形	無	○	○	○	△	×	×	×
	拡散板	○	○	○	○	△	×	×
	拡散板+偏光板1枚	○	○	○	○	○	△	×
略矩形 (Y方向20 μm)	無	—	○	○	○	△	×	×
	拡散板	—	○	○	○	○	△	×
	拡散板+偏光板1枚	—	○	○	○	○	○	△
略矩形 (Y方向50 μm)	無	—	○	○	○	△	×	×
	拡散板	—	○	○	○	○	△	×
	拡散板+偏光板1枚	—	○	○	○	○	○	△
略矩形 (Y方向100 μm)	無	—	○	○	△	×	×	×
	拡散板	—	○	○	○	△	×	×
	拡散板+偏光板1枚	—	○	○	○	○	△	×
略矩形 (Y方向200 μm)	無	—	○	△	×	×	×	×
	拡散板	—	○	○	○	△	×	×
	拡散板+偏光板1枚	—	○	○	○	○	△	×
略矩形 (Y方向400 μm)	無	—	○	△	×	×	×	×
	拡散板	—	○	○	○	△	×	×
	拡散板+偏光板1枚	—	○	○	○	○	△	×
略矩形 (Y方向800 μm)	無	—	○	○	○	○	△	×
	拡散板	—	○	○	○	○	○	△
	拡散板+偏光板2枚	—	○	○	○	○	○	△



○ ドット見え無
△ ドット見え有りの場合有
× ドット見え有

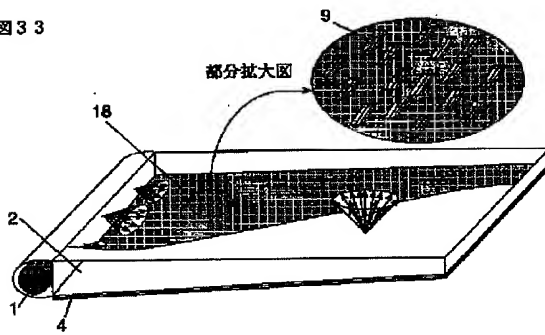
【図32】

図32



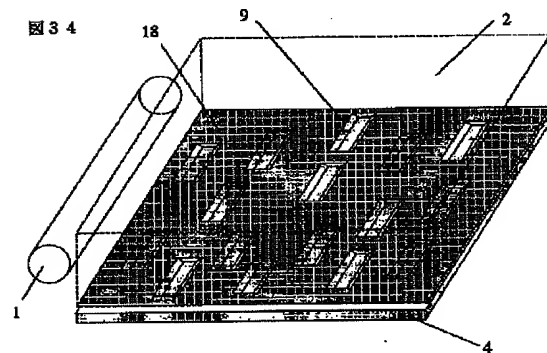
【図33】

図33



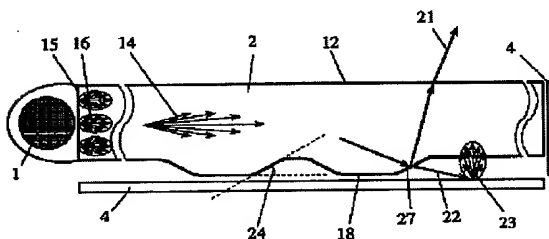
【図34】

図34



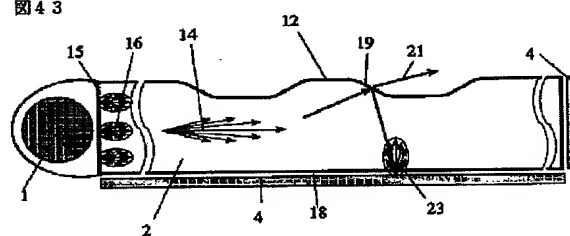
【図36】

図36



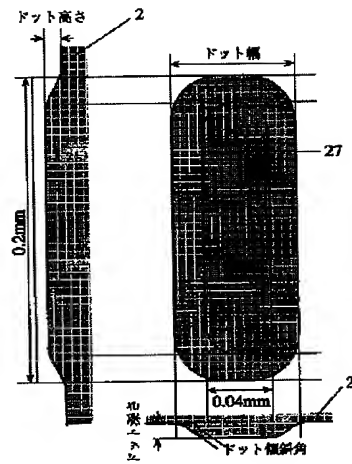
【図43】

図43



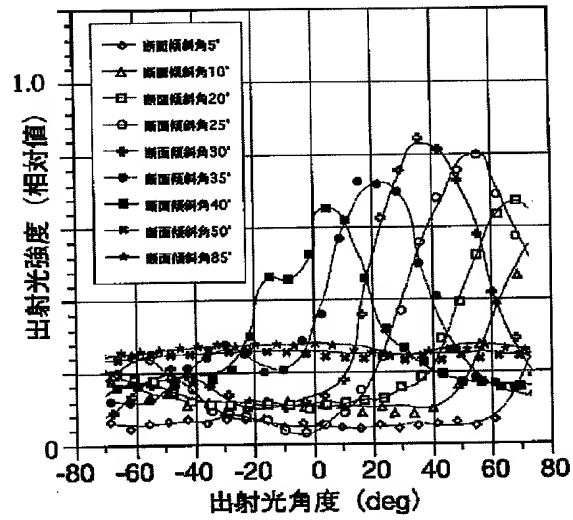
【図35】

図35



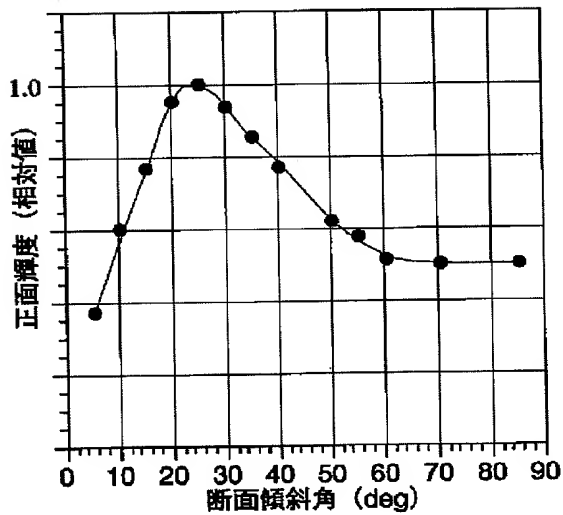
【図37】

図37



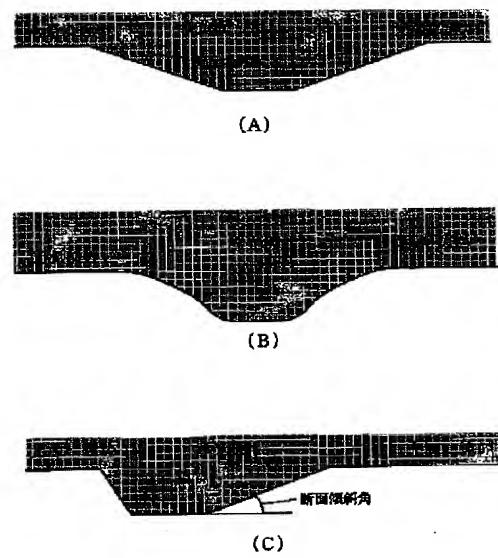
【図38】

図38



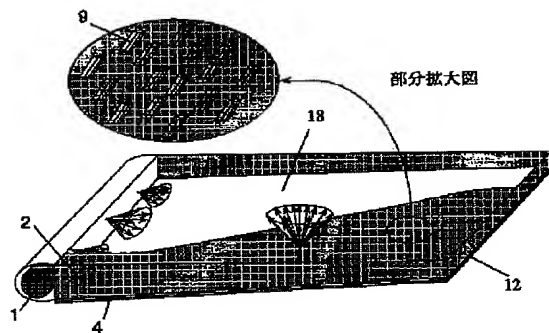
【図39】

図39



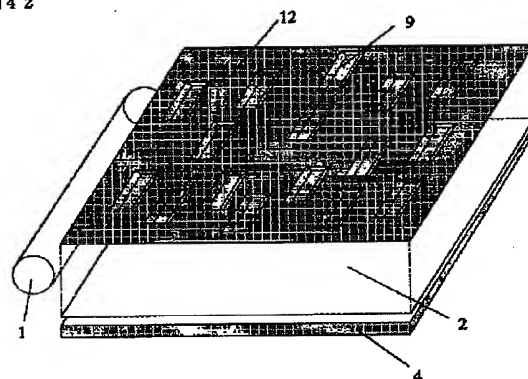
【図 4 1】

図 4 1



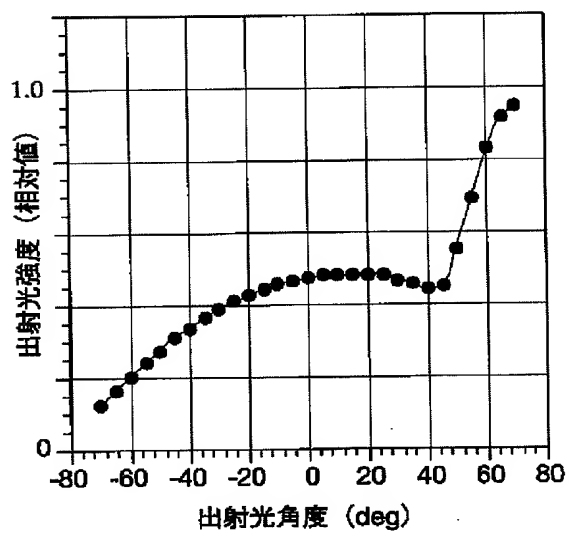
【図 4 2】

図 4 2



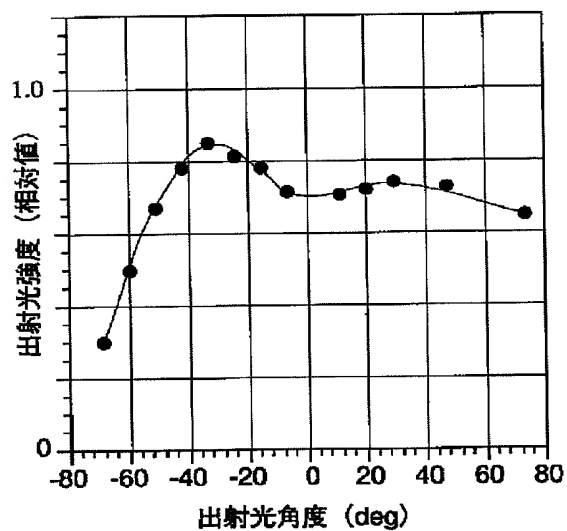
【図 4 4】

図 4 4



【図 4 5】

図 4 5



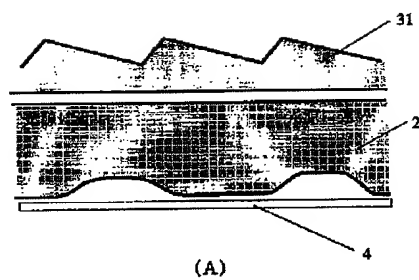
【図 4 6】

図 4 6

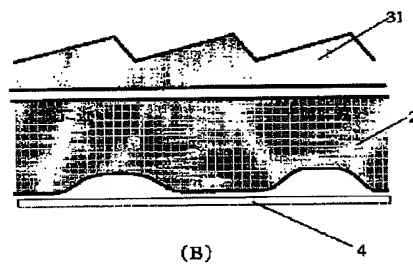


【図 4 7】

図 4 7



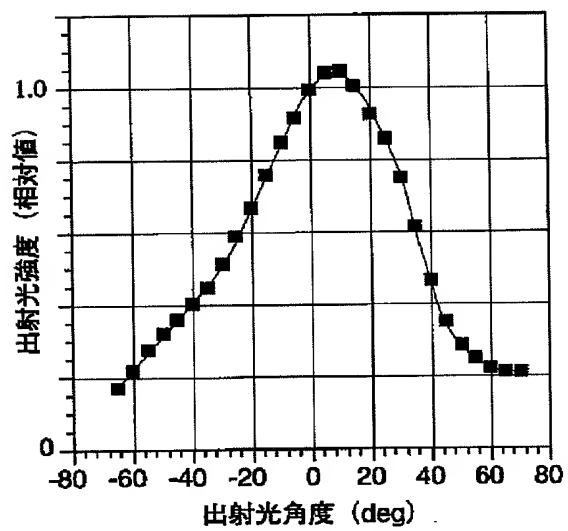
(A)



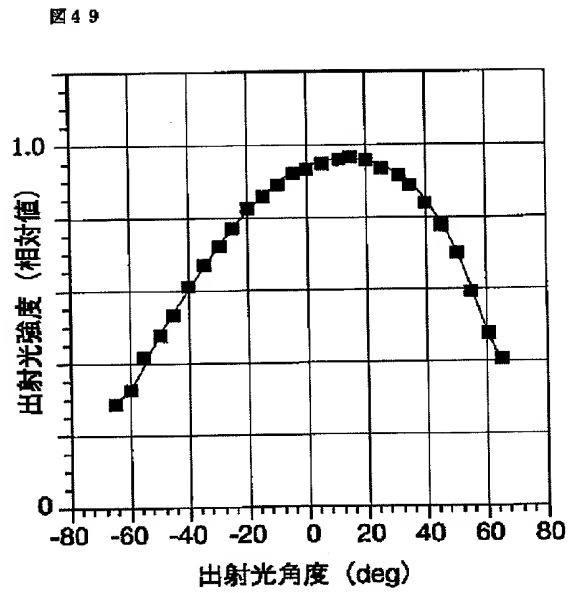
(B)

【図 4 8】

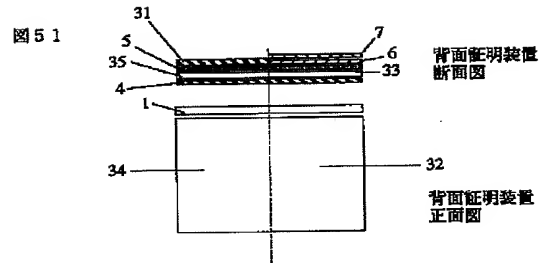
図 4 8



【図49】

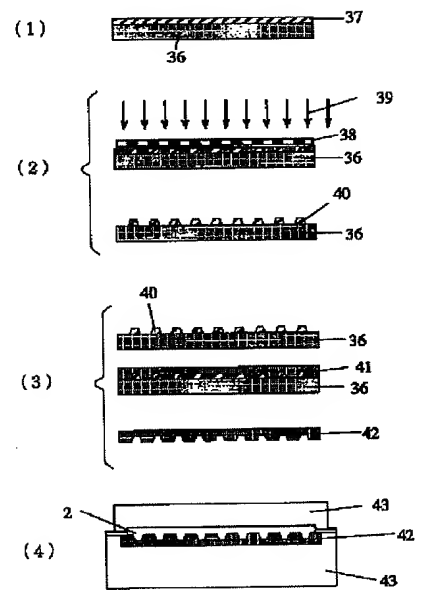


【図51】



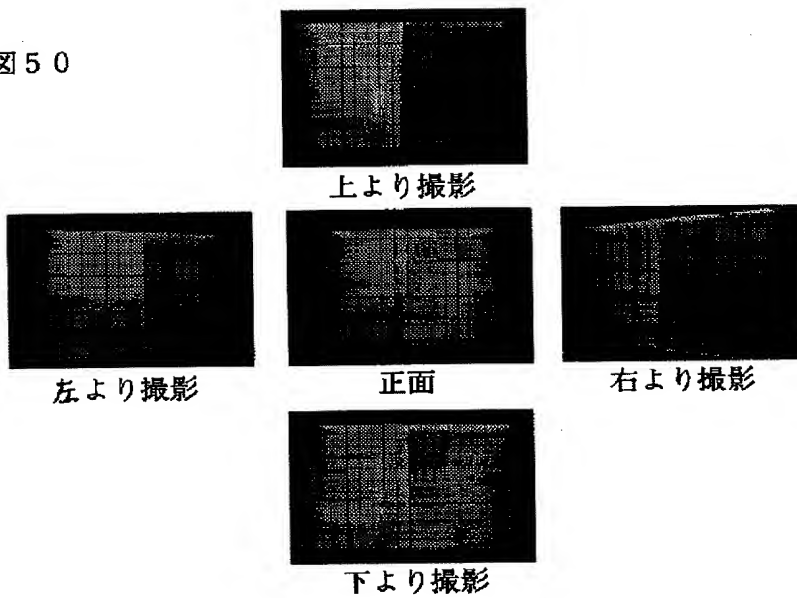
【図56】

図56



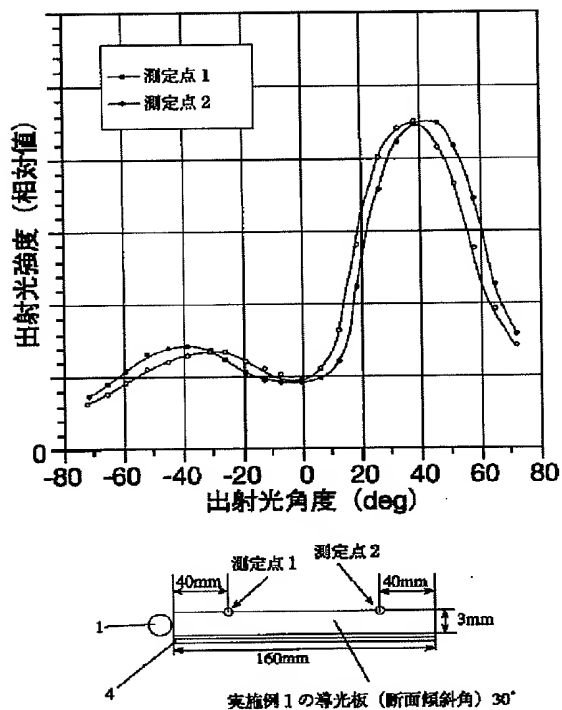
【図50】

図50



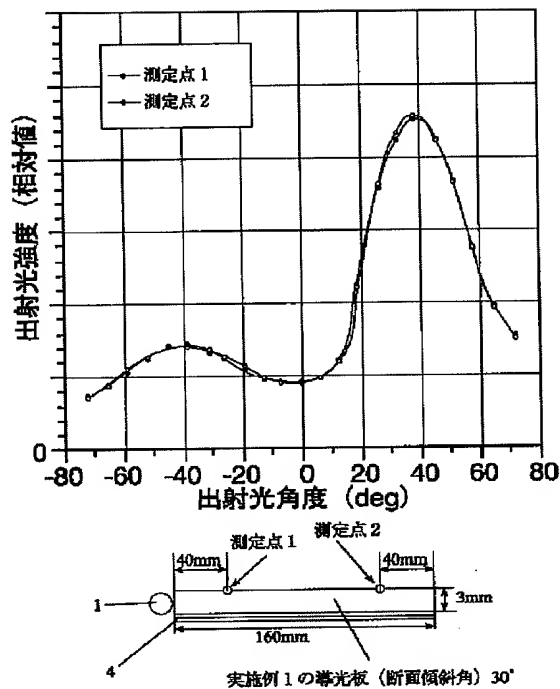
【図 5 2】

図 5 2



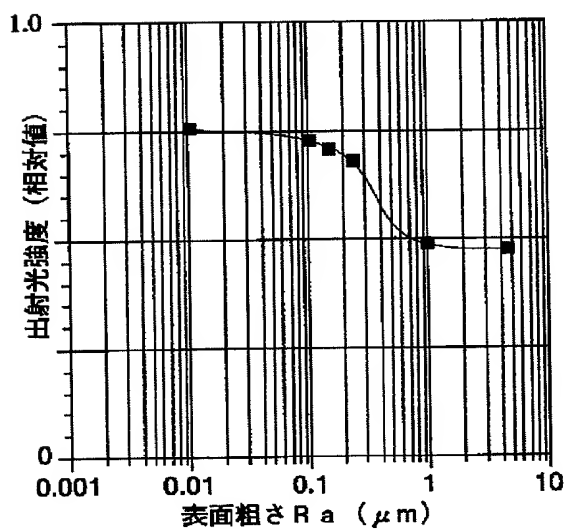
【図 5 3】

図 5 3



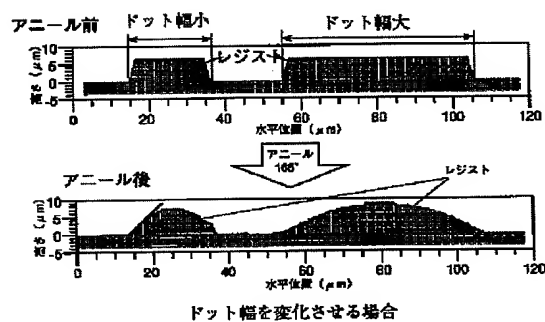
【図 5 5】

図 5 5



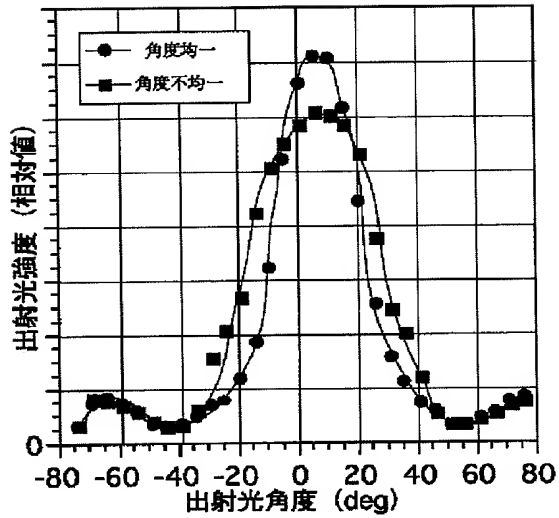
【図 5 9】

図 5 9



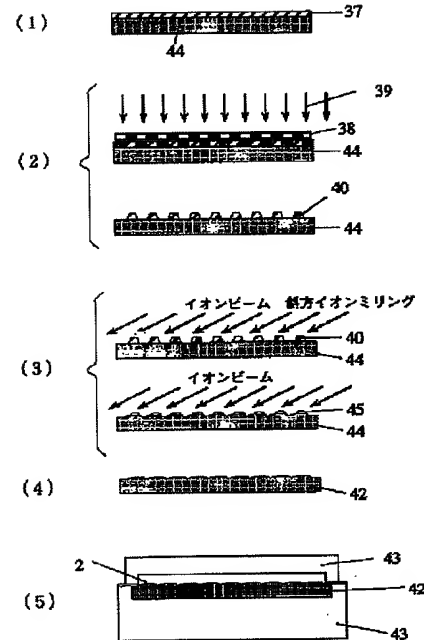
【図54】

図54



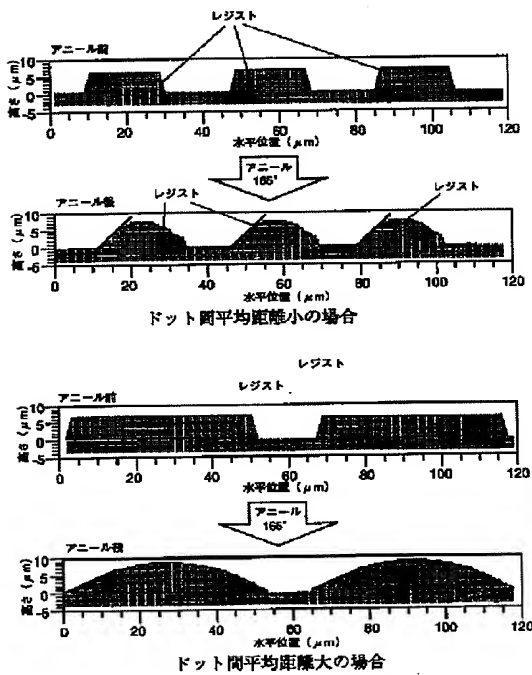
【図57】

図57



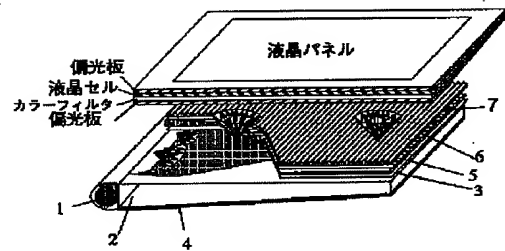
【図60】

図60



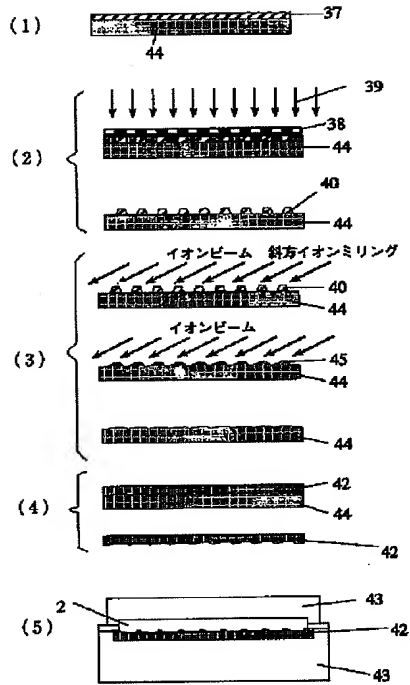
【図62】

図62



【図58】

図58



【図61】

図61

